

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа – Инженерная школа новых производственных технологий
Направление подготовки – 15.03.01. Машиностроение
Отделение школы – Материаловедения

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проектирование технологического процесса изготовления детали "полумуфта двигателя" и оснастки

УДК 621.81-2:621.825:621.313.002

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л32	Гурский Михаил Павлович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Михаевич Евгений Петрович	К.т.н		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Старикова Екатерина Васильевна	К.ф.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Федорчук Юрий Митрофанович	Д.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
15.03.01. Машиностроение	Ефременков Егор Алексеевич	К.т.н.		

Томск – 2018 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Применять глубокие естественнонаучные, математические, гуманитарные, общепрофессиональные знания в области машиностроения
P2	Воспринимать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию, передовой отечественный и зарубежный опыт в области машиностроительной техники, материаловедения, и технологий.
P3	Применять полученные знания для решения задач, возникающих при эксплуатации новой техники и технологий машиностроения.
P4	Владеть методами и компьютерными системами проектирования и исследования машиностроительной техники.
P5	Владеть методами проведения измерений и исследований, включая применение готовых методик, технических средств и обработку полученных результатов
P6	Владеть общими правилами и методами наладки, настройки и эксплуатации машиностроительной техники для решения различных задач
<i>Универсальные компетенции</i>	
P7	Проявлять творческий подход при решении конкретных научных, технологических и опытно-конструкторских задач в области машиностроения.
P8	Уметь эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды по междисциплинарной тематике, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации
P9	Следовать кодексу профессиональной этики, ответственности и нормам научной, педагогической и производственной деятельности
P10	Понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа – Инженерная школа новых производственных технологий

Направление подготовки – 15.03.01. Машиностроение

Отделение школы – Материаловедения

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

(Подпись) (Дата) Ефременков Е.А.
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л32	Гурский Михаил Павлович

Тема работы:

Проектирование технологического процесса изготовления детали "полумуфта двигателя" и оснастки

Утверждена приказом директора (дата, номер)	№3780/с от 25.05.2018 г.
---	--------------------------

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	<i>Чертёж детали "Полумуфта двигателя"</i> <i>Технологический процесс изготовления детали</i> <i>500 шт./год</i> <i>Сталь 35</i> <i>Особых требований нет</i>
--	---

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p><i>Технологическая часть: Определение типа производства, анализ технологичности конструкции детали, разработка маршрутного техпроцесса, размерный анализ, расчёт режимов резания, подбор оборудования, расчёт основного времени.</i></p> <p><i>Конструкторская часть: расчёт и проектирование оснастки.</i></p>
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p><i>Чертеж детали, размерный анализ технологического процесса, карта технологического процесса, чертеж приспособления, схема сборки.</i></p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Технологическая часть</p>	<p>Михаевич Е.П.</p>
<p>Конструкторская часть</p>	<p>Михаевич Е.П.</p>
<p>Финансовый менеджмент</p>	<p>Старикова Е.В.</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Федорчук Ю.М.</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	
--	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Михаевич Е.П.	К.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л32	Гурский М.П.		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 104 с., 11 рис., 30 табл., 12 источников, 2 прил.

Ключевые слова: деталь, технология, разработка, обработка, проектирование.

Объектом рассматриваемым в данной работе служит технологический процесс детали "полумуфта двигателя".

Цель работы – В данном проекте рассматриваются вопросы актуализации технологического процесса с внедрением новейшего оборудования и современных технологий.

В процессе исследования проводились: анализ базового технологического процесса, расчет припусков, расчет технологических размеров, расчет норм времени операций техпроцесса, выбор оборудования

В результате исследования получен более оптимальные для применения показатели.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: Полумуфта в составе муфты предназначена для соединения ведущего и ведомого валов. Муфта состоит из ведущей и ведомой полумуфт, могут отличаться диаметрами отверстий для валов. Масса детали 34,2 кг. В качестве материала для изготовления детали используется сталь 35.

Степень внедрения: на стадии внедрения в опытное производство.

Экономическая эффективность работы была достигнута за счет применения современного оборудования, оснастки и снижения доли ручного труда.

Планируется внедрить в серийное производство технологический процесс изготовления детали "полумуфта двигателя" и приспособление.

Содержание

Введение	8
1. Проектирование технологического процесса	9
1.1 Исходные данные. Назначение детали и ее конструкторско-технологическое описание.	9
1.2 Определение типа производства	13
1.3. Анализ технологичности конструкции детали	17
1.4. Выбор исходной заготовки и методов ее изготовления	20
1.5 Анализ существующего технологического процесса	22
1.6.Проектирование технологического процесса изготовления детали.....	24
1.7. Размерный анализ технологического процесса: расчет допусков, припусков, промежуточных и исходных размеров заготовки	27
1.8. Выбор оборудования и технологической оснастки	35
1.9. Расчет режимов резания.....	37
1.10. Нормирование технологического процесса	42
1.11. Технико-экономическое обоснование и показатели технологического процесса..	46
2. Проектирование станочного приспособления.....	48
2.1. Выбор базовой конструкции, модернизация и описание работы приспособления..	48
2.2. Точностной расчет приспособления.....	50
2.3. Разработка расчетной схемы и определение сил, действующих на заготовку при обработке.....	51
2.4. Выбор зажимных элементов, передаточного механизма, определение сил зажима на исходном звене.	54
2.5. Проектирование технологии сборки приспособления.....	58
3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.	60
3.1 Анализ по технологии QuaD	60
3.2 Структура работ в рамках научного исследования.....	63
3.3 Определение трудоемкости выполнения работ.....	64
3.4 Разработка графика проведения научного исследования.....	68
3.5 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	73
3.5.1 Расчет материальных затрат НТИ.....	73
3.5.2Основная заработная плата исполнителей темы	74
3.5.3 Дополнительная заработная плата исполнителей темы	77
3.5.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	77
3.5.5 Накладные расходы	78
3.5.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	78
3.6 Определение эффективности исследования	80
4. Социальная ответственность	82

4.1.1 Анализ вредных факторов	82
4.1.1.1 Микроклимат	82
4.1.1.2. Промышленная санитария	82
4.1.1.3 Повышенный уровень шума	84
4.1.1.4 Расчет искусственного освещения	85
4.1.2 Анализ опасных производственных факторов	88
4.1.2.1 Поражение электрическим током	88
4.1.2.2 Производственный травматизм, движущиеся машины и механизмы, подвижные элементы производственного оборудования.	90
4.1.2.3 Пожарная и взрывная безопасность	90
4.3 Экологическая безопасность	96
4.3.1. Охрана окружающей среды	96
4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	98
Заключение.....	100
Приложение.....	101
Список литературы.....	103

Введение

Темой проекта является совершенствование технологического процесса изготовления детали «Полумуфта двигателя насоса 8С-8» с разработкой технологической оснастки.

В связи с открытием новых месторождений, развитием горно-шахтного производства и увеличением добычи полезных ископаемых, растет потребность в производстве грунтовых насосов.

Соответственно перед каждым машиностроительным предприятием стоит задача укрепления своих позиций на данном участке рынка товаров, а также актуальны вопросы улучшения технологических процессов и повышения конкурентоспособности.

Укрепление конкурентных преимуществ возможно за счет:

- Повышения качества продукции
- Внедрения новых технологий
- Улучшения экологической обстановки
- Улучшения условий труда
- Сокращения затрат на производство
- Увеличения объемов производства потребной продукции

Основной задачей данного проекта является внедрение нового более автоматизированного технологического процесса с внедрением оснастки, который в свою очередь позволит получить все вышеуказанные преимущества по сравнению с предшествующей технологией, применяемой на машиностроительном предприятии ПК «Казцинкмаш».

жесткие муфты – основным назначением которых является жесткое постоянное соединение соосных валов;

компенсирующие муфты — основным назначением которых является компенсирование радиальных, осевых и угловых смещений валов;
упругие муфты — основным назначением которых является снижение динамических нагрузок и предотвращение, опасных резонансных колебаний. Кроме того, они могут допускать некоторую компенсацию неточностей взаимного расположения валов;

сцепные муфты – основным назначением которых является быстрое соединение и разъединение неподвижных или вращающихся валов. Сцепные муфты используются для прерывания связи между валами без остановки ведущего вала.

самоуправляемые (автоматические) муфты – служат для автоматического сцепления и расцепления валов при изменении режимов работы машины;

Рассматриваемая в данном проекте полумуфта входит в устройство относящиеся к жестким фланцевым муфтам.

Фланцевая муфта это муфта постоянного соединения, которая состоит из двух выполненных в виде фланцев полумуфт, насаженных на концы валов при помощи шпонок и соединённых между собой болтами. Основным назначением фланцевой муфты является соединение отдельных частей валопровода в единый узел, работающий как цельный вал.

Прочность данной муфты определяется прочностью болтового соединения фланцев.

Полумуфта изготавливается из стали 35 ГОСТ 1050-88. Выбор материала обусловлен назначением изделия. Данная сталь применяется для изготовления деталей невысокой прочности которые испытывают невысокие напряжения: цилиндры, оси, коленчатые валы, шатуны, звездочки, шпиндели, бандажи, диски и подобные детали. Так как полумуфта не является особо точным изделием и сталь 35 удовлетворяет всем техническим требованиям изделия, поэтому она принимается для изготовления полумуфты.

Таблица 1

Химический состав ст.35.

Химический элемент	%
Углерод (C)	от 0,32 до 0,4%;
Кремний (Si)	0,17-0,37
Марганец (Mn)	0,5-0,8
Никель (Ni)	0,25
Сера (S)	0,04
Фосфор (P)	0,035
Хром (Cr)	0,25
Мышьяк (As)	0,08
Железо (Fe)	97
Медь (Cu)	0,25

Таблица 2

Механические свойства ст.35 в зависимости от температуры отпуска

Температура отпуска, °C	$\sigma_{0,2}$ (МПа)	σ_b (МПа)	δ_5 (%)	ψ %	НВ
200	600	760	13	60	226
300	560	735	14	63	212
400	520	690	15	64	200
500	470	660	17	67	189
600	410	620	18	71	175
700	340	580	19	73	162

Обозначения:

 $\sigma_{0,2}$ - предел текучести условный σ_b - временное сопротивление разрыву δ_5 – относительное удлинение при разрыве. Ψ - относительное сужение

НВ- твердость по Бринеллю

Таблица 3

Физические свойства стали 35						
T (Град)	E 10 ⁻⁵ (МПа)	α 10 ⁶ (1/Град)	λ (Вт/(м·град))	ρ (кг/м ³)	C (Дж/(кг·град))	R 10 ⁹ (Ом·м)
20	2.06			7826		
100	1.97	12	49	7804	469	251
200	1.87	12.9	49	7771	490	321
300	1.56	13.6	47	7737	511	408
400	1.68	14.2	44	7700	532	511
500		14.6	41	7662	553	629
600		15	38	7623	578	759
700		15.2	35	7583	611	922
800		12.7	29	7600	708	1112
900		13.9	28	7549	699	1156

Обозначения:

T- температура, получения данных свойств , (Град)

E- модуль упругости, (МПа)

α - коэффициент температурного расширения, (1/Град)

λ - коэффициент теплопроводности, (Вт/(м*град))

ρ - плотность материала , [кг/м³]

C- удельная теплоемкость материала, [Дж/(кг·град)]

R- удельное электросопротивление, [Ом·м]

1.2 Определение типа производства

Тип производства определяется исходя из коэффициента закрепления операций, который находится по формуле:

$$K_{з.о} = t_{в} / T_{ср} , \quad (1)$$

где $t_{в}$ - такт выпуска детали, мин;

$T_{ср}$ - среднее штучно-калькуляционное время на выполнение операций.

Такт выпуска детали определяется по формуле:

$$t_{в} = 60 F_{д} / N , \quad (2)$$

где $F_{д}$ - годовой фонд времени работы оборудования. мин;

N - годовая программа выпуска деталей.

Годовой фонд времени работы оборудования определяем по табл.2.1 [1,стр.22] при двухсменном режиме работы: $F_{д} = 4029$ ч.

$$t_{в} = F_{д} N = 4029 * 60 / 500 = 484 \text{ мин.}$$

Среднее штучно-калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса:

$$T_{ср} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.к i}}{n} , \quad (3)$$

где $T_{ш.к i}$ - штучно-калькуляционное время i -ой основной операции, мин;

n – количество основных операций.

В качестве основных операций выберем 5 операции ($n=5$): токарная, токарная с ЧПУ, долбежная, сверлильная, внутришлифовальная.

Штучно-калькуляционное время i -ой основной операции определяем по рекомендациям приложение 1 [1, стр.147]:

$$T_{ш.кi} = \varphi_{к.i} * T_{о.i}, \quad (4)$$

где $\varphi_{к.i}$ - коэффициент i -ой основной операции, зависящий от вида станочного оборудования и предполагаемого типа производства;

$T_{о.i}$ – основное технологическое время i -ой основной операции, мин.

Для операции (токарная): $\varphi_{к.1} = 2,14$;

Для операции (токарная с ЧПУ): $\varphi_{к.2} = 2,14$;

Для операции (долбежная): $\varphi_{к.3} = 1,73$;

Для операции (сверлильная): $\varphi_{к.4} = 1,72$;

Для операции (внутришлифовальная) $\varphi_{к.5} = 2,1$.

Основное технологическое время определяется по рекомендациям изложенным в приложение 1 [1, стр.146], где указано что время зависит от вида обработки а так же от диаметра и длины обрабатываемой поверхности. Основное технологическое время для каждой операции определяется только для наиболее продолжительных по времени переходов.

Значения для вышеперечисленных переменных определяются приблизительно исходя из чертежа детали.

Токарная операция: подрезать торец; сверлить сквозное отверстие; расточить сквозное отверстие; обточить наружную поверхность.

Основное технологическое время первой операции:

$$T_{01} = 0,037(D^2 - d^2) + 0,52dL + 0,18dL + 0,17dL * 10^{-3}$$

где d – диаметр, мм;

l – длина обрабатываемой поверхности, мм.

$$T_{0.1} = 0,037(320^2 - 0^2) + 0,52 \cdot 20 \cdot 170 + 0,18 \cdot 89,4 \cdot 170 + 0,17 \cdot 320 \cdot 170 \cdot 10^{-3} = 21,1$$

мин;

Штучно-калькуляционное время данной операции определяется по формуле (1.4):

$$T_{ш.к1} = \varphi_{к.1} \cdot T_{0.1} = 2,14 \cdot 21,1 = \mathbf{45,1} \text{ мин};$$

Токарная с ЧПУ: подрезать торец; обточить наружную поверхность.

Основное технологическое время:

$$T_{0.2} = 0,037(D^2 - d^2) + 0,17dL \cdot 10^{-3};$$

где d – диаметр, мм;

l – длина обрабатываемой поверхности, мм.

$$T_{0.2} = 0,037(320^2 - 89,4^2) + 0,17 \cdot 150 \cdot 100 \cdot 10^{-3} = 6 \text{ мин}$$

Штучно-калькуляционное время данной операции определяется по формуле (1.4):

$$T_{ш.к2} = \varphi_{к.2} \cdot T_{0.2} = 2,14 \cdot 6 = \mathbf{12,8} \text{ мин};$$

Долбежная: долбить шпоночный паз.

Основное технологическое время операции:

$$T_{0.3} = 0,034BL \cdot 10^{-3};$$

где B – ширина, мм;

l – длина обрабатываемой поверхности, мм.

$$T_{0.3} = 0,034 \cdot 25 \cdot 170 \cdot 10^{-3} = 0,15 \text{ мин};$$

Штучно-калькуляционное время данной операции определяется по формуле (1.4):

$$T_{ш.к3} = \varphi_{к.3} \cdot T_{0.3} = 1,73 \cdot 0,15 = \mathbf{0,25} \text{ мин};$$

Сверлильная: сверлить и рассверлить 10 отверстий.

Основное технологическое время операции:

$$T_{0.4} = 10 \cdot (0,52 \cdot dL + 0,31dL \cdot 10^{-3})$$

где d – диаметр, мм;

l – длина обрабатываемой поверхности, мм.

$$T_{0.4} = 10 \cdot (0,52 \cdot 30 \cdot 70 + 0,31 \cdot 58 \cdot 70 \cdot 10^{-3}) = 23,5 \text{ мин};$$

Штучно-калькуляционное время данной операции определяется по формуле (1.4):

$$T_{ш.к4} = \varphi_{к.4} * T_{о.4} = 1.72 * 23,5 = \mathbf{40,4} \text{ мин};$$

Внутришлифовальная: шлифовать отверстие.

Основное технологическое время операции:

$$T_{о.5} = 0,15 * dL * 10^{-3}$$

где d – диаметр, мм;

l – длина обрабатываемой поверхности, мм.

$$T_{о5} = 0,15 * 90 * 170 * 10^{-3} = 2,3 \text{ мин};$$

Штучно-калькуляционное время данной операции определяется по формуле (1.4):

$$T_{ш.к5} = \varphi_{к.5} * T_{о.5} = 2.1 * 2,3 = \mathbf{4,83} \text{ мин};$$

Среднее штучно-калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса определяем по формуле (1.3):

$$T_{ср} = (T_{ш.к1} + T_{ш.к2} + T_{ш.к3} + T_{ш.к4}) / 4 = (45,1 + 12,8 + 0,25 + 40,4 + 4,83) / 5 = 20,6 \text{ мин};$$

Тип производства определяется по формуле (1.1):

$$K_{з.о} = t_{в} / T_{ср} = 484 / 20,6 = 23,5;$$

Так как $K_{з.о.} = 23,5$ (более 20 но менее 40), то тип производства – мелкосерийное производство.

1.3. Анализ технологичности конструкции детали

При разработки конструкторской документации конструктором закладывается не только необходимые свойства для конкретного изделия, но а так же закладываются свойства влияющие на затрат ресурсов, обслуживание и ремонтпригодность изделия.

Совокупность свойств изделия, определяющих приспособленность его конструкции к достижению оптимальных затрат ресурсов при изготовлении и эксплуатации для заданных показателей качества, объемов выпуска и условий выполнения работ по изготовлению и ремонтпригодности, называется технологичностью конструкции изделия. [10]

Оценка технологичности может быть двух видов: количественная и качественная. При рассмотрении **качественной оценки** деталь полумуфта двигателя имеет простую конструкцию. Это определяется исходя из следующих технологических параметров: обеспечение свободного доступа инструмента к обрабатываемым поверхностям, жесткость детали и совокупность поверхностей, которые используются в качестве технологических баз. Но вместе с тем, имеется совокупность поверхностей, требующих определенного подхода и затрат в процессе обработки. У детали имеются поверхности, которые необходимо получить с достаточно высокой точностью и с применением специального оборудования, инструмента и оснастки, что в свою очередь удорожает процесс изготовления детали.

Количественная оценка технологичности включает определение коэффициента шероховатости и коэффициента точности обработки детали.

1) Коэффициент точности:

$$K_m = 1 - \frac{1}{T_{cp}},$$
$$T_{cp} = \sum T_i n_i / \sum n_i, \text{ где}$$

T_i – квалитет точности i -той поверхности,

n_i – число размеров для каждого качества точности.

Таблица 4

Квалитет точности, T_i	Количество поверхностей, n_i	$T_i \cdot n_i$
14	10	140
12	10	120
9	1	9
7	1	7
Σ	22	276

$$K_m = 1 - \frac{1}{276/22} = 1 - \frac{1}{12,54} = 0,92$$

2) Коэффициент шероховатости:

$$K_u = \frac{1}{R_{аср}} \quad R_{аср} = \sum R_{ai} n_i / \sum n_i, \text{ где}$$

R_{ai} – параметр шероховатости i -той поверхности, мкм,

n_i – число размеров или поверхностей для каждого параметра шероховатости

Таблица 5

Параметр шероховатости R_{ai} , мкм	Количество поверхностей, n_i	$R_{ai} \cdot n_i$
0,8	1	0,8
6,3	2	12,6
12,5	19	237,5
Σ	22	250,9

$$K_u = \frac{1}{17} = 0,06$$

$$K_{\text{ш}} = \frac{1}{250,9/22} = \frac{1}{11,4} = 0,088$$

Так как исследуемые коэффициенты K_m и K_u по своим значениям являются меньше единицы можно сделать вывод, что анализ рассматриваемых коэффициентов показал, что деталь «полумуфта двигателя» является технологичной в изготовлении, так как конструкция детали в целом является технологичной.

1.4. Выбор исходной заготовки и методов ее изготовления

При выборе заготовки особое внимание уделяют следующим показателям: назначение изделия, технические требования, материал, объем выпуска а так же тип производства; габариты оборудования, размеры детали; экономическая целесообразность изготовления заготовки.

Данные показатели учитываются одновременно, так как они взаимосвязаны. Так же окончательное решение принимают учитывая стоимости методов получения заготовок и обработки.

Различают три метода получения заготовок:

1. Грубая заготовка – заготовка при которой ее конфигурация не повторяет геометрию детали . К подобным заготовкам можно отнести горячекатаный прокат различного вида профиля, к примеру швеллер, лист, круг и т.д. Данная заготовка характерна для малого объема выпуска, а именно при единичном и мелкосерийном производстве. К основным достоинствам грубой заготовки можно отнести низкую стоимость и ее доступность на рынке, к основным недостаткам большой процент механической обработки при изготовлении изделия.

2. Точная заготовка – заготовка которая в максимальной степени повторяет геометрию изделия. Основными методами получения данного вида заготовок является точное литье, штамповка и т.д. Достоинствами данного вида заготовок является: - незначительный процент механической обработки детали и повышение качества поверхностного слоя. При этом основными недостатками является необходимость приобретения дорогостоящего оборудования, большой расход энергоресурсов и изготовление металлоемкой специальной оснастки. Точную заготовку предпочтительнее использовать при среднем и большом объеме выпуска изделий, при среднесерийном и крупносерийном производстве.

3. Заготовка покупная – заказ данного вида заготовок происходит на специальном металлургическом заводе в больших объемах. Достоинством

данного вида заготовок является то что нет необходимости приобретать дорогостоящее оборудование и осваивать технологию изготовления. Покупная заготовка применяется в основном при массовом производстве.

Выбор эргономичного технологического процесса требует оптимизированного рассмотрения каждой операции по минимуму затрат на материальные, трудовые, энергетические и другие ресурсы при этом должны соблюдаться все требования изложенные в технической документации.

Учитывая годовой объем выпуска 500 шт., габариты D320x170 и тот факт что по ГОСТ 2590-2006 допускается изготовление сортового горячека-таного проката круглого сечения до D330мм, в качестве исходной заготовки

выбираем - прокат : круг $\frac{330 \text{ ГОСТ } 2590-2006}{35 \text{ ГОСТ } 1050-88}$.

Использовании кованой, штампованной или литой заготовки в условиях мелкосерийного производства требует дополнительного оборудования, оснастку а так же дополнительных трудозатрат и повышенное энергопотребление.

После заготовительной операции заготовка принимает форму, представленную на рис.2.

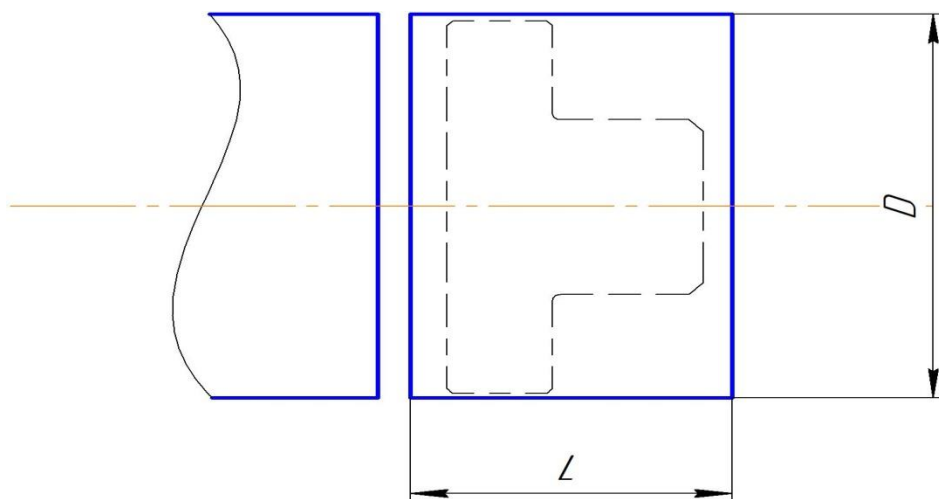


Рис.2. Заготовка

1.5 Анализ существующего технологического процесса

В базовом технологическом процессе, изготовления детали "Полумуфта двигателя" существенным недостатком является большая доля ручного труда и применение низко-производительного оборудования с ручным управлением а так же нерациональный выбор заготовки. В качестве заготовки взята поковка полученная свободно ковкой в размеры D340 L=185мм с последующим отжигом.

В таблице 6 приведен базовый технологический процесс механической обработки.

Таблица 6. Базовый технологический процесс

№ операции	Название операции	Краткое содержание операции
005	Токарная	Точить предварительно с припуском ± 5 мм на сторону по наружным, внутренним диаметрам и торцам.
010	Закалка	Закалить с последующим отпуском HRC28...32
015	Токарная	Точить с припуском под шлифовку отверстие диаметром 90H7
020	Долбежная	Долбить шпоночный паз 25Js9
025	Фрезерная	Фрезеровать лыску в размер 42
030	Сверлильная	Сверлить и рассверлить 10 отверстий диаметром 58H12
035	Внутришлифовальная	Шлифовать отверстие Ф90H7
040	Моечная	
045	Контрольная	

Базовый технологический процесс можно считать не экономичным вследствие проведения термической обработки в начале изготовления детали. Так как что бы избежать науглероженного слоя на поверхности детали в следствии термической обработки были введены дополнительные припуски в следствии чего принят дорогостоящий вид заготовки поковка. В данном проекте данную проблему решаем при помощи введения в технологический процесс такого вспомогательного материала как закалочная фольга. Которая позволит нам, в свою очередь избежать появление науглероженного слоя и использовать более экономичный вид заготовки - горячекатаный прокат. Так же введена вследствие увеличения серийности операция токарная с ЧПУ. Так как данная операция позволит нам увеличить производительность и снизить трудозатраты при наружном точении переходных шеек полумуфты. В данном проекте с учетом поставленной задачи разработки технологического процесса с внедрением станочного приспособления, в сверлильную операцию добавлена двухшпиндельная головка, позволяющая увеличить производительность данной операции за счет возможности сверления двух отверстий за одну подачу.

С учетом вышесказанного, проектируемый технологический процесс будет более совершенным и экономически выгодным, чем в базовом технологическом процессе и разрабатываемый маршрут изготовления детали "Полумуфта двигателя" примет вид согласно таблице 7.

1.6.Проектирование технологического процесса изготовления детали

Технологический маршрут проектируемого технологического процесса будет содержать следующие операции:

Таблица 7. Проектируемый технологический процесс

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз	Оборудование	Приспособление
операции	перехода				
1	2	3	4	5	6
005		Отрезная		Ленточнопильный станок MSK 450HS	
	A	Выдвинуть прутки до упора и закрепить			
	1	Отрезать заготовку выдерживая размер 1			
010		Токарная		Универсальный токарный станок TCG-160	Патрон трехшлицевый 7100-0015 ГОСТ 2675-80
	A	Установить и снять заготовку.			
	1	Подрезать торец, выдерживая размер 1			
	2	Сверлить сквозное отверстие $\phi 60$ выдерживая размер 1.			
	3	Расточить сквозное отверстие выдерживая размер 1 и 2 с переходом на фаску 5.			
	4	Точить диаметр выдерживая размер 3,4 с переходом на фаску 5.			

025	<p>Сверлильная</p> <p>Установить и снять заготовку</p> <p>1 Сверлить 10 сквозных отверстий $\Phi 20$ выдерживая размеры 2,3.</p> <p>2 Рассверлить 10 сквозных отверстий $\Phi 30$ выдерживая размеры 2,3.</p> <p>3 Рассверлить 10 сквозных отверстий выдерживая размеры 1,2,3.</p>		Радиально-сверлильный станок 2А554-1	Двухшпиндельная сверлильная головка
030	<p>Термическая</p> <p>Заклка</p> <p>Отпуск</p>	HRC 28...32		Закалочная фольга
035	<p>Внутришлифовальная</p> <p>А Установить и снять заготовку</p> <p>1 Шлифовать сквозное отверстие выдерживая размер 1.</p>		Внутришлифовальный станок 3К228А	Патрон трехшпиндельный 7100-0015 ГОСТ 2675-80
040	<p>Маячная</p> <p>Промыть деталь</p>			
045	<p>Контрольная</p>			

1.7. Размерный анализ технологического процесса: расчет допусков, припусков, промежуточных и исходных размеров заготовки

Размерный анализ выполняется после того, как технологический процесс изготовления детали в значительной степени уже спроектирован: выбран вид и способ получения исходной заготовки, определено содержание операций механической обработки, выбрано оборудование и технологическая оснастка для их исполнения.

При размерном анализе могут выявиться недостатки первоначального варианта технологического процесса. В частности, может оказаться, что он не обеспечивает требуемую точность конструкторских размеров. В этом случае технологический процесс должен быть откорректирован путем, например, изменения технологических баз при выполнении отдельных операций или введения в них дополнительных переходов.

Для того что бы провести построение размерной схемы технологического процесса, на эскизе детали, выполненном в произвольном масштабе, изображают припуски под обработку согласно рисунка 3.

На данном эскизе указываются:

- размеры припусков на обработку z_i ;
- технологические размеры A_i в порядке их получения, начиная с размеров исходной заготовки и заканчивая размерами, выдерживаемыми на последней операции;
- конструкторские размеры K .

Проверка правильности построения размерной схемы происходит по следующим признакам:

Первым признаком является то что количество технологических размеров A_i должно быть на единицу меньше числа поверхностей детали;

Число технологических размеров $A_i = 9$;

Число поверхностей = 10.

Вторым признаком является то что сумма размеров припусков Z_i и конструкторских размеров K должно быть равно числу технологических размеров A_i ;

Сумма припусков и конструкторских размеров равна $K=9$;

Число технологических размеров $A = 9$

Следовательно размерная схема построена правильно.

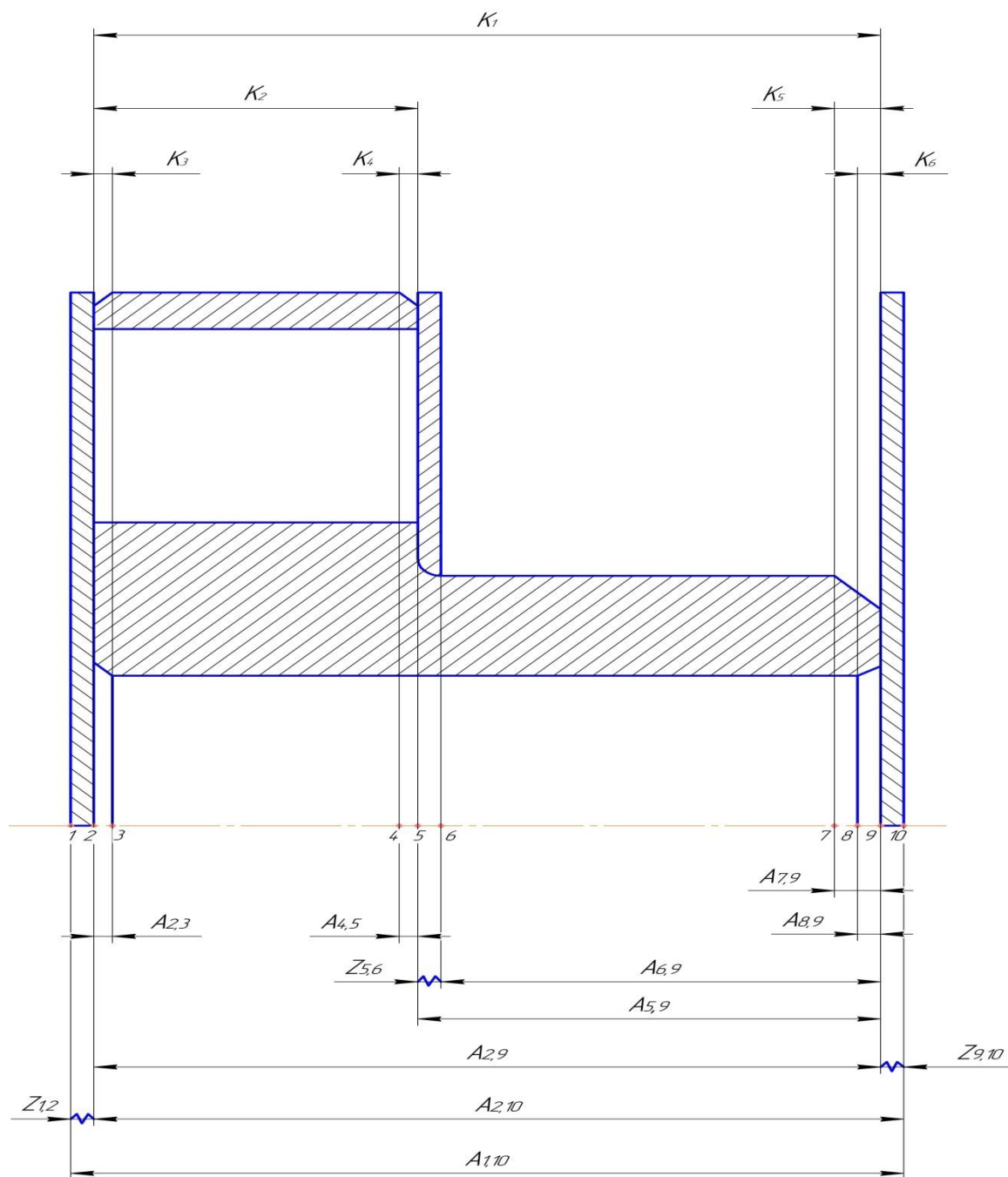


Рис.3 Размерная схема технологического процесса в продольном направлении.

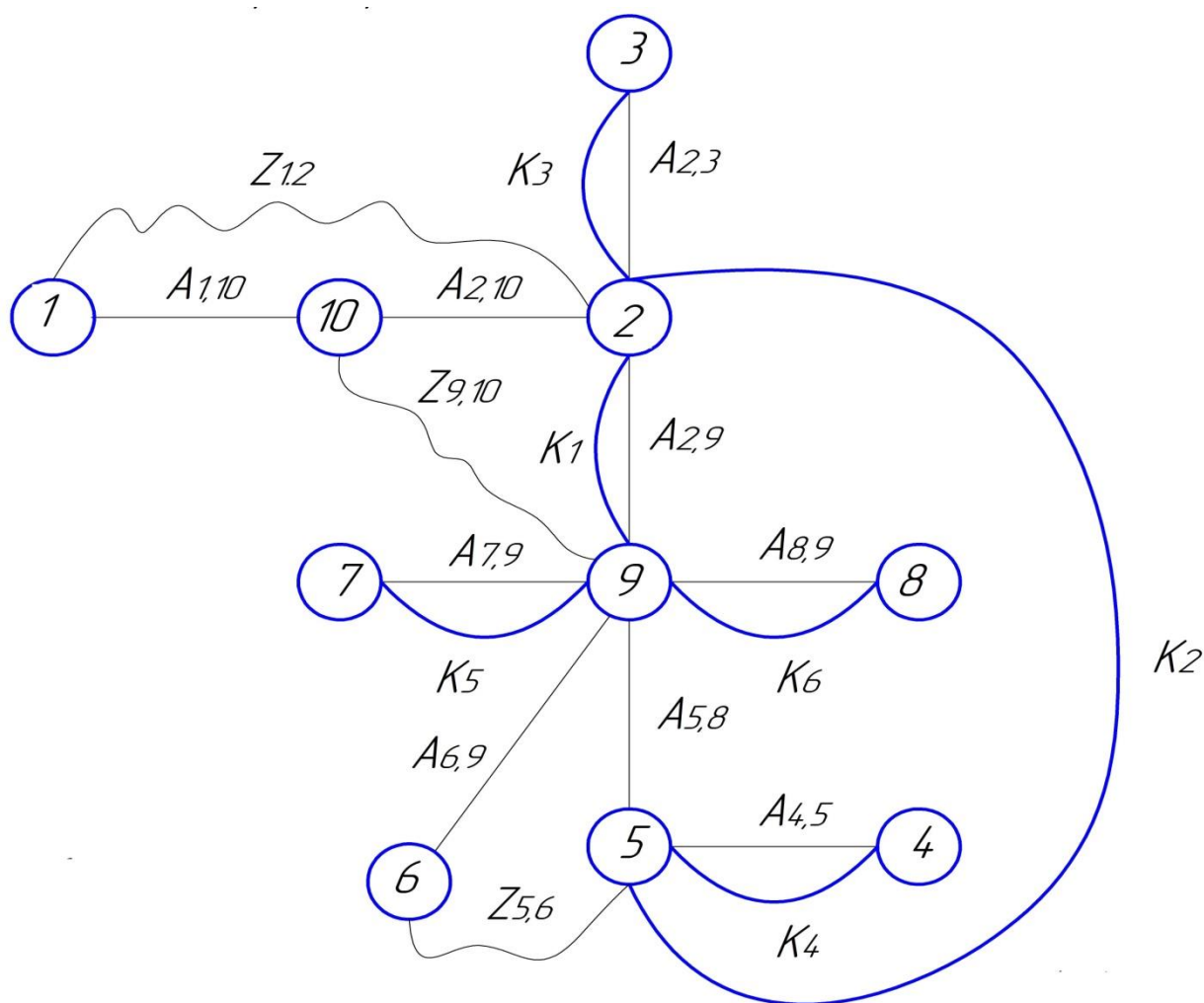


Рис.4 Граф-дерево технологических размерных цепей в продольном направлении

Расчет минимальных припусков начнем с правого торца (см. рис. 3).

Формула для определения минимальных припусков:

$$z_{i \min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} \quad (5)$$

где Rz_{i-1} – шероховатость поверхности на предшествующем переходе или операции, мкм;

h_{i-1} – толщина дефектного поверхностного слоя, полученного на предшествующем переходе или операции, мкм;

ρ_{i-1} – суммарное пространственное отклонение обрабатываемой поверхности, полученного на предшествующем переходе или операции, мкм;

Таблица 8

Расчет припусков на обработку торцев щита

Переходы Обработки торца	Элементы минимального припуска, мкм			Минимальный припуск Z_{\min} , МКМ
	R_z	h	ρ	
Заготовка	300	400	99	
Подрезка правого торца начисто	30	30	4	799
Подрезка левого торца начисто	30	30	4	799
Подрезка промежуточного торца	30	30	4	64

Толщина дефектного поверхностного слоя и шероховатости поверхностей заготовки определяется по таблице 4.3 [1, стр.64]:

$$R_z = 300 \text{ мкм}, h=400.$$

Толщина дефектного поверхностного слоя, а так же шероховатости поверхностей детали после механической обработки определяется по таблице 4.5 [стр.64]:

чистовое подрезание: $R_z = 30 \text{ мкм}$, $h = 30 \text{ мкм}$;

Суммарное пространственное отклонение торца заготовки возникает только из-за коробления (таблица 4.7 [1,стр.68]), , которое определяют как произведение удельной кривизны заготовки на наружный диаметр:

$$\rho = 0,3 \cdot 330 = 99 \text{ мкм} \quad (6)$$

Остаточное суммарное пространственное отклонение после механической обработки определяют по эмпирической зависимости [1,стр.73]:

$$\rho = K_y \cdot \rho_{\text{заг}}$$

Чистовое подрезание торца: $\rho = 0,04 \cdot 99 = 4$ мкм.

Погрешность установки заготовки не учитываем, так как эта погрешность войдет в допуск на соответствующий размер.

Минимальный припуск под подрезание, формула (5):

Левого торца

$$z_{1,2\min} = Rz_0 + h_0 + \rho_0 = 300 + 400 + 99 = 799 \text{ мкм}$$

Промежуточного торца

$$z_{5,6\min} = Rz_0 + h_0 + \rho_0 = 30 + 30 + 4 = 64 \text{ мкм.}$$

Для правого торца (см. рис. 2) принимается минимальный припуск на обработку такой же как и для чистового подрезания левого торца:

$$z_{9,10\min} = 0,799 \text{ мкм.}$$

Технологические размеры в осевом направлении определяются, используя размерную схему на рисунке 2.

Допуски на технологические размеры, (см. Рис.6):

заготовка: $TA_{1,10} = 4,6$ мм;

Токарная:

$TA_{2,10} = 0,53$ мм, $TA_{2,9} = 0,53$ мм, $TA_{5,9} = 0,4$ мм, $TA_{6,9} = 0,4$ мм, $TA_{2,3} = 0,23$ мм,

$TA_{4,5} = 0,23$ мм, $TA_{7,9} = 0,16$ мм, $TA_{8,9} = 0,16$ мм,

Конструкторские размеры, которые выдерживаются непосредственно (рис.5):

$K_1 = A_{29} = 170_{-0,1}$ мм, $K_3 = A_{23} = 4_{-0,3}$ мм, $K_4 = A_{45} = 4_{-0,3}$ мм,

$K_5 = A_{79} = 10_{-0,36}$ мм, $K_6 = A_{89} = 5_{-0,3}$ мм.

Не выдерживаются непосредственно: $K_2 = 70_{-0,74}$ мм.

Определим, выполняется ли условие обеспечения требуемой точности конструкторских размеров, которые непосредственно не выдерживаются.

$$TK_2 \geq \sqrt{TA_{29}^2 + TA_{59}^2} \quad (0,74 \geq 0,69)$$

Таким образом, убеждаемся, что спроектированный технологический процесс будет обеспечивать требуемую точность всех непосредственно не выдерживаемых конструкторских размеров.

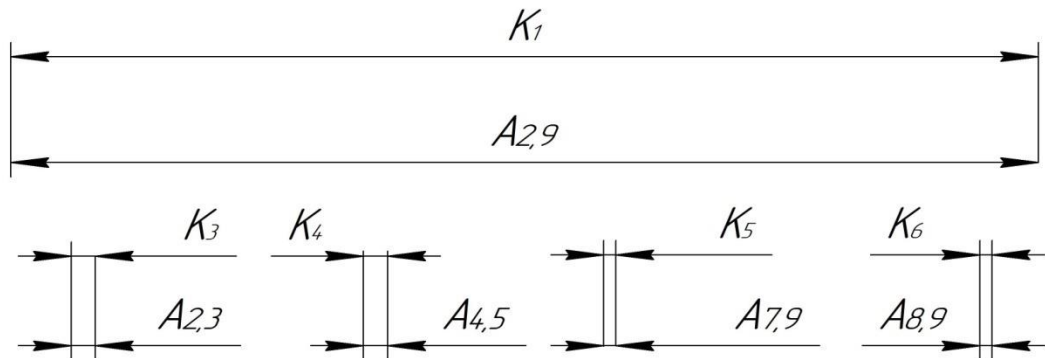


Рис.5 Размеры выдержанные непосредственно

Расчет технологических размеров будем вести методом максимума-минимума с использованием способа средних значений. [4, стр. 53]

Определяем технологические непосредственно невыдержанные размеры (рис.6):

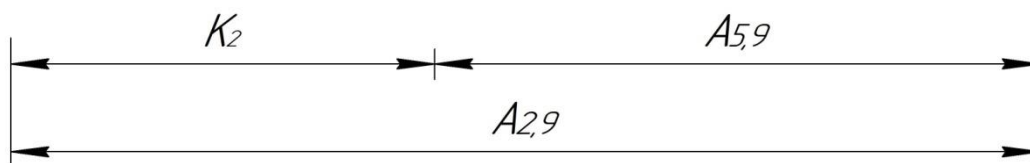


Рис.6 Размеры непосредственно невыдержанны

$$A_{5,9} = A_{2,9} - K_2 = 170_{-1} - 70_{-0,74} = 100_{-0,8}$$

Определяем технологические размеры замыкающими звеньями в которых являются припуски (рис.7), начиная с последнего:

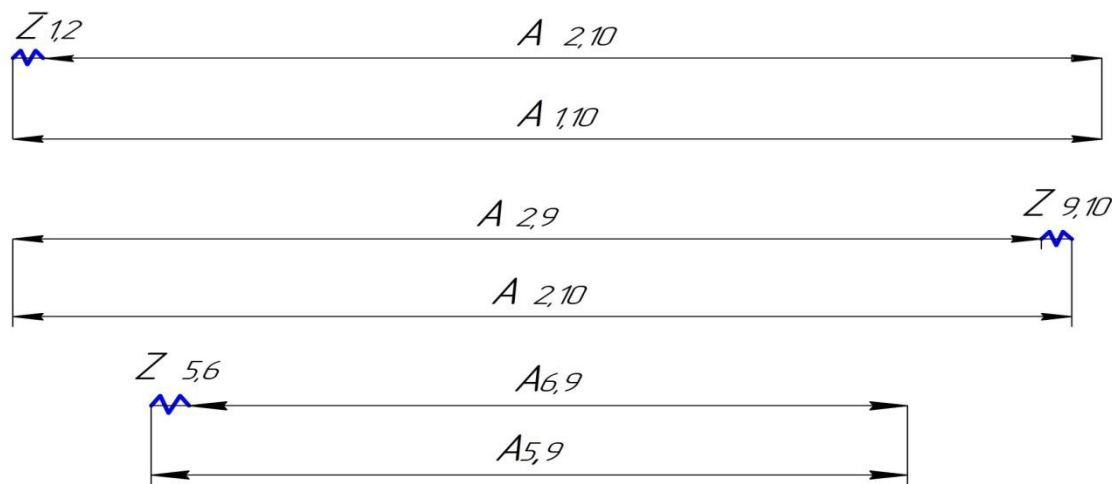


Рис.7 технологические размеры замыкающими звеньями в которых являются припуски

Определяем среднее значение размера $A_{5,9}$:

$$A_{cp59} = A_{cp69} + Z_{56}^C = A_{cp69} + (Z_{56min} + (Z_{56min} + TA_{69} + TA_{59}))/2 =$$

$$= 99,6 + (0,07 + (0,07 + 0,4 + 0,4))/2 = 100,07 \text{ мм}$$

$$Z_{56max} = Z_{6,9 min} + TA_{6,9} + TA_{5,9} = 0,87 \text{ мм};$$

$$Z_{56 cp.} = Z_{56 max} - Z_{56 min} / 2 = 0,84 \text{ мм}$$

Искомый размер $A_{23} = 100,07 \pm 0,2 \text{ мм}$,

Так как размер относится к валам, то запишем его в виде $A_{5,9} = 100,47_{-0,4} \text{ мм}$.

Определяем среднее значение размера $A_{2,10}$:

$$A_{cp210} = A_{cp29} + Z_{910}^C = A_{29}^C + (Z_{910min} + (Z_{910min} + TA_{29} + TA_{210}))/2 =$$

$$= 169,5 + (0,8 + (0,8 + 0,53 + 0,53))/2 = 170,85 \text{ мм}$$

$$Z_{910max} = Z_{910 min} + TA_{2,9} + TA_{2,10} = 1,86 \text{ мм};$$

$$Z_{910 cp.} = Z_{910 max} - Z_{910 min} / 2 = 1,46 \text{ мм}$$

Искомый размер $A_{23} = 170,85 \pm 0,25 \text{ мм}$,

Так как размер относится к валам, то запишем его в виде $A_{2,10} = 171_{-0,5} \text{ мм}$.

Определяем среднее значение размера $A_{1,10}$:

$$A_{cp110} = A_{cp210} + Z_{12}^c = A_{210}^c + (Z_{12min} + (Z_{12min} + TA_{110} + TA_{210}))/2 = \\ = 170,85 + (0,8 + (0,8 + 4,6 + 0,53))/2 = 175,22 \text{ мм}$$

$$Z_{910max} = Z_{910 min} + TA_{110} + TA_{2,10} = 5,9 \text{ мм};$$

$$Z_{910 cp.} = Z_{910 max} - Z_{910 min} / 2 = 5.1 \text{ мм}$$

Искомый размер $A_{23} = 175,22 \pm 2,3 \text{ мм}$,

Так как размер относится к валам, то запишем его в виде $A_{2,10} = 175 \pm 2,3 \text{ мм}$.

В ходе размерного анализа проверено, что выполняется условие обеспечения требуемой точности всех непосредственно не выдерживаемых конструкторских размеров. Кроме того, в ходе размерного анализа технологического процесса были определены: размеры заготовки, допуски на технологические размеры, минимальные припуски на обработку, осевые технологические размеры. Построена размерная схема осевых размеров и граф технологических размерных цепей, из которых видно, что технологический процесс построен верно.

1.8. Выбор оборудования и технологической оснастки

Оборудование:

Операция 005 отрезная.

Таблица 9. Ленточнопильный станок MSK 450HS

Операция 010 токарная.

Техническая характеристика станка	
Максимальная диаметр заготовки, мм	450
Минимальный диаметр заготовки, мм	20
Максимальная высота заготовки, мм	450
Мощность привода ленточного полотна, кВт	5.5
Вес станка, т	6.2

Таблица 10. Универсальный токарный станок TCG-160

Техническая характеристика станка	
Наибольший диаметр точения, мм	800
Длина точения, мм	до 8000
Главный двигатель, кВт	75
Габариты станка, мм	2200x2480x5400
Масса станка, т	36

Операция 015 токарная с ЧПУ.

Таблица 11. Токарный станок с ЧПУ ROMI G50

Техническая характеристика станка	
Наибольший диаметр точения над станиной, мм	550
Длина точения, мм	до 1300
Главный двигатель, кВт	60
Габариты станка, мм	5100x3700x2200
Масса станка, т	6,5

Операция 020 долбежная.

Таблица 12. Долбежный станок 7A450

Техническая характеристика станка	
Высота обрабатываемого изделия при обработке, мм	300
Диаметр стола долбежного станка 7A420, мм	500
Главный двигатель, кВт	3,6
Габариты станка, мм	1900x1270x2175
Масса станка, т	2

Операция 025 сверлильная.

Таблица 13. Радиально-сверлильный станок 2А554-1

Техническая характеристика станка	
Расстояние от шпинделя до направляющей, мм	1600
Перемещение сверлильной головки по рукаву, мм	1225
Пределы частоты вращения шпинделя	18...2000
Габариты станка, мм	2850x1030x2850
Масса станка, т	4,7

Операция 035 внутришлифовальная.

Таблица 14. Внутришлифовальный станок 3К228А

Техническая характеристика станка	
Наибольший диаметр устанавливаемого изделия, мм	400
Наибольшая длина устанавливаемого изделия, мм	320
Пределы диаметров шлифуемого отверстия, мм	50..300
Электродвигатель шпинделя шлифовальной бабки, кВт	7,5
Габариты станка, мм	3535x1460 x1870
Масса станка, т	6,4

Специальная оснастка:

Операция 025 сверлильная.

Таблица 15. Стол поворотный круглый 7204-0009 ГОСТ 16936-71

Техническая характеристика оснастки	
Диаметр стола, мм	1000
Высота стола, мм	220
Вид привода	ручной
Масса стола, кг	560

Операция 030 термическая.

Закалочная фольга для отжига и закалки заготовок любых размеров и форм

- Максимальная температура 1600 °С
- Фольга из нержавеющей стали, для одноразового использования
- Нарезается фольга подходящего размера
- Заготовка как можно более плотно оборачивается фольгой
- В результате быстрого нагрева фольги кислород внутри упаковки оседает на фольгу, делая окисление и обезуглероживание минимально возможными.

1.9. Расчет режимов резания

Операция 010 токарная: точение поверхности Ø 320_{-1,4}

1. Глубина резания: $t = z_{0,1}^C = 5 \text{ мм}$.

2. Подача принимается по таблице 11 [3, Т.2, стр.266] для данной глубины резания 1,0 мм/об:

$$S_{0,1} = 1,0 \text{ мм/об.}$$

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_V}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_V, \quad (7)$$

Период стойкости инструмента принимается: $T = 60 \text{ мин}$.

Значения коэффициентов: $C_V = 420$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,2$ – определены по таблице 17 [2, Т.2, стр.269].

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} * K_{ПV} * K_{ИV},$$

где K_{MV} – коэффициент качества обрабатываемого материала;

$K_{ПV}$ – коэффициент состояния поверхности заготовки;

$K_{ИV}$ – коэффициент качества материала инструмента.

Тогда по таблицам 4,5,6 [3, Т.2, стр.261]:

$$K_{MV} = 1; K_{ПV} = 0,9; K_{ИV} = 1.$$

$$K_V = K_{MV} * K_{ПV} * K_{ИV} = 1 * 0,9 * 1 = 0,9.$$

Скорость резания определим по формуле (7):

$$V_1 = \frac{C_V}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_V = \frac{420}{60^{0,2} \times 5^{0,15} \times 1^{0,2}} \times 0,9 = 212,2 \text{ м / мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 * V / (\pi * d) = 1000 * 212,2 / (3,14 * 330) = 204,8 \text{ об/мин.}$$

5. Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{\phi} = 200 \text{ об/мин.}$$

6. Фактическая скорость резания:

$$V = \pi * d * n_{\phi} / 1000 = 3,14 * 330 * 200 / 1000 = 207,24 \text{ м/мин.}$$

7. Рассчитываем минутную подачу по формуле: $S_{\text{мин}} = S * n$

$$S_{\text{мин}} = 1 * 200 = 200 \text{ м/мин}$$

Операция 020 долбежная: долбление шпоночного паза.

1. Глубина резания: $t = z_{0.1}^C = 2 \text{ мм.}$

2. Подача принимается по таблице 11 [3, Т.2, стр.266] для данной глубины резания: 2,0 мм/дв.ход:

$$S_{0.1} = 2.0 \text{ мм/дв.ход.}$$

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_v \times K_{yu} \quad (8)$$

Период стойкости инструмента принимается: $T = 30 \text{ мин.}$

Значения коэффициентов: $C_v = 22,7$; $m = 0,3$; $x = 0$; $y = 0,5$ – определены по таблице 17 [2, Т.2, стр.269].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} * K_{ПV} * K_{ИV},$$

где K_{MV} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{ПV}$ – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{ИV}$ – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

Тогда по таблицам 4,5,6 [3, Т.2, стр.261]:

$$K_{MV} = 1; K_{ПV} = 0,9; K_{ИV} = 1.$$

$$K_v = K_{MV} * K_{ПV} * K_{ИV} = 1 * 0,9 * 1 = 0,9.$$

Значение коэффициента: $K_{yu} = 0,6$ определен по таблице 24 [2, Т.2, стр.269].

4. Скорость резания ,формула (7):

$$V_1 = \frac{C_v}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_v \times K_{yu} = \frac{22,7}{30^{0,3} \times 2 \times 2^{0,5}} \times 0,9 \times 0,6 = 12,5 \text{ м / мин}$$

Операция 025 сверлильная: сверление отверстия Ø 20

1. Глубина резания: $t_{св} = 70$ мм.

2. Подача определяется по таблице 25 [3,Т.2,стр.277]: 0,4 мм/об

$$S = 0,4 \text{ мм/об.}$$

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_V \times D^q}{T^m \times S^y} \times K_V, \quad (9)$$

Период стойкости инструмента принимаем по таблице 30 [3,Т.2,стр.279]:

$$T = 45 \text{ мин.}$$

Значения коэффициентов: $C_V = 7$; $q = 0,4$; $m = 0,2$; $y = 0,7$ – определены по таблице 28 [3,Т.2,стр.278].

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} * K_{IV} * K_{IIV},$$

где K_{IV} - коэффициент, учитывающий глубину сверления;

Коэффициенты

Тогда по таблице 31 [3,Т.2,стр.280]: $K_{MV} = 1,05$, $K_{IV} = 1$, $K_{IIV} = 1$.

$$K_V = K_{MV} * K_{IV} * K_{IIV} = 1,05 * 1 * 1 = 1,05.$$

Скорость резания ,формула (9):

$$V = \frac{C_V \times D^q}{T^m \times S^y} \times K_V = \frac{7 \times 20^{0,4}}{45^{0,2} \times 0,4^{0,7}} \times 1,05 = 5,99 \text{ м / мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 * V / (\pi * D) = 1000 * 5,99 / (3,14 * 20) = 95,3 \text{ об/мин.}$$

5. Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{\phi} = 100 \text{ об/мин.}$$

6. Фактическая скорость резания:

$$V = \pi * D * n_{\phi} / 1000 = 3,14 * 20 * 100 / 1000 = 6,28 \text{ м/мин.}$$

7. Рассчитываем минутную подачу по формуле:

$$S_{\text{мин}} = S * n$$

$$S_{\text{мин1}} = 0,4 * 100 = 40 \text{ м/мин.}$$

Режимы резания остальных переходов рассчитаны и определены по справочным данным [7], и сведены в таблицу 16.

Таблица 16.

Режимы резания.

операция	Переход	Число рабочих ходов	Глубина t , мм	Подача S , мм/об	Частота вращения шпинделя n , об/мин	Скорость резания V , м/мин
010 Токарная	Подрезание торца	1	2,5	0,88	140	149
	Сверление сквозного отверстия	1	170	0,5	400	80
	Растачивание сквозного отверстия	4	3,5	0,31	700	205
	Обтачивание диаметра	1	5	1	200	200

015 Токарная с ЧПУ	Подрезан ие торца	1	2,5	0,88	140	149
	Обтачива ние диаметра	10	8	0,47	160	160
020 Долбежная	Долбить шпоночн ый паз	3	2	2	18	12,5
025 Сверлильная	Сверлить отверстие	5	70	0,4	100	6,28
	Рассверл ить отверстие	5	70	0,5	100	3,2
	Рассверл ить отверстие	5	70	0,8	100	1,6
035 Внутришлиф овальная	Шлифова ть отверстие	1	0,3	0,15	180	50

1.10. Нормирование технологического процесса

Технической нормой времени называют время, которое необходимо для выполнения технологических операций в определенных производственных условиях.

Расчет основного времени обработки производится по формуле:

$$t_0 = L \cdot i / (n \cdot S), \text{ мин} \quad (10)$$

где L – длина обработки, мм;

i – количество рабочих ходов;

n – частота вращения шпинделя, об/мин;

S – подача, мм/об (мм/мин).

Расчётная длина обработки определяется по формуле:

$$L = l + l_B + l_{CX} + l_{ПД}, \quad (11)$$

где l – размер на данном переходе, мм;

l_B – величина врезания инструмента, мм;

l_{CX} – величина схода инструмента, мм;

$l_{ПД}$ – величина подвода инструмента, мм.

Принимаем: $l_{CX} = l_{ПД} = 1$ мм.

Величину врезания инструмента принимается по
общемашиностроительным нормативам справочника Панова

« Обработка металлов резанием» либо рассчитывается по формуле:

$$l_B = t / \operatorname{tg} \varphi, \quad (12)$$

где t – глубина резания, мм;

φ – угол в плане.

Тогда окончательная формула для определения основного времени:

$$t_0 = (l + t / \operatorname{tg} \varphi + l_{CX} + l_{ПД}) \cdot i / (n \cdot S), \quad (13)$$

Основное время для токарной операции 010:

Подрезка правого торца полумуфты:

$$t_0 = (l + l_B + l_{CX} + l_{ПД}) \cdot i / (n \cdot S) = (165 + 2,5 + 2) \cdot 1 / (140 \cdot 0,88) = 1,4 \text{ мин.}$$

Сверление отверстия Ø60:

$$t_0 = (l + l_{\text{пд}} + l_{\text{в}}) * i / (n * S_o) = (172,5 + 170 + 2,5) * 1 / (400 * 0,5) = 1,7 \text{ мин}$$

Предварительное растачивание поверхности Ø89,4:

$$t_0 = (l + l_{\text{в}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{пд}}) * i / (n * S) = (172,5 + 3,5 + 2) * 4 / (700 * 0,31) = 3,3 \text{ мин.}$$

Обтачивание Ø220:

$$t_0 = (l + l_{\text{в}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{пд}}) * i / (n * S) = (145 + 5 + 2) * 1 / (200 * 1,0) = 0,76 \text{ мин.}$$

Основное время для токарной операции с ЧПУ 015:

Подрезка левого торца полумуфты:

$$t_0 = (l + l_{\text{в}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{пд}}) * i / (n * S) = (165 + 2,5 + 2) * 1 / (140 * 0,88) = 1,4 \text{ мин.}$$

Обтачивание Ø150:

$$t_0 = (l + l_{\text{в}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{пд}}) * i / (n * S) = (100 + 8 + 2) * 10 / (160 * 0,47) = 14,6 \text{ мин.}$$

Основное время для долбежной операции 020:

Долбление шпоночного паза:

$$t_0 = (l + l_{\text{в}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{пд}}) * i / (n * S) = (170 + 2 + 2) * 3 / (18 * 2) = 14,5 \text{ мин.}$$

Основное время для сверлильной операции 025:

Сверление отверстий Ø 20:

$$t_0 = (l + l_{\text{пд}} + l_{\text{в}}) * i / (n * S_o) = (70 + 70 + 1,5) * 5 / (100 * 0,4) = 17,7 \text{ мин.}$$

Рассверливание отверстий Ø 30:

$$t_0 = (l + l_{\text{пд}} + l_{\text{в}}) * i / (n * S_o) = (70 + 70 + 1,5) * 5 / (100 * 0,5) = 14,2 \text{ мин.}$$

Рассверливание отверстий Ø 58:

$$t_0 = (l + l_{\text{пд}} + l_{\text{в}}) * i / (n * S_o) = (70 + 70 + 1,5) * 5 / (100 * 0,8) = 8,8 \text{ мин.}$$

Основное время для внутришлифовальной операции 035:

Шлифование отверстия Ø 90:

$$t_0 = (l + l_{\text{пд}} + l_{\text{в}}) * i / (n * S_o) = (170 + 0,3 + 2) * 1 / (180 * 0,15) = 6,4 \text{ мин.}$$

Определим нормы штучного и штучно-калькуляционного времени по формуле [10, стр.24]:

Штучное время:

$$T_{шт} = (t_o + t_{всп}) \left(1 + \frac{\alpha + \beta + \gamma}{100}\right)$$

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = T_{шт} + T_{п.з.}/n$$

В формулах:

$T_{шт}$ – штучное время, мин

t_o – основное время обработки, мин

$t_{всп}$ – вспомогательное время, мин

α, β, γ , - время технического обслуживания, перерывов и организационного обслуживания. Берется в процентах от оперативного времени.

$T_{шт.к.}$ – штучно-калькуляционное время, мин

$T_{п.з.}$ - подготовительно-заключительное время, мин

Подготовительно-заключительное и вспомогательное время определяется по общемашиностроительным нормативам для каждой из операций для мелкосерийного производства [9].

Сумма времени технического обслуживания, перерывов и организационного обслуживания (α, β, γ) определяется в процентах от оперативного [9]: составляет 8%.

Определенное по общемашиностроительным нормативам подготовительно-заключительное и вспомогательное время, а также рассчитанное штучно-калькуляционное и штучное время представлены в таблице 17.

В данной таблице основное и вспомогательное время просуммировано для каждого из переходов всех операций. На каждый из переходов основное и вспомогательное время указано в графической части ВКР.

Таблица 17. Нормы времени

№ операции	Операция	Нормы времени, мин				
		Σt_o	$\Sigma t_{всп}$	Тп.з,	Тшт	Тшт.к
010	Токарная	7,16	6,5	8	14,9	8
015	Токарная ЧПУ	16	5	6	22,9	6
020	Долбежная	14,5	7	0,5	23,1	0,55
025	Сверлильная	31,3	0,7	17	34,4	17
035	Внутришлифовальная	6,4	4,8	8	12,6	8

1.11. Техничко-экономическое обоснование и показатели технологического процесса.

Приведем расчеты затрат на токарную операцию 015 Токарная с ЧПУ

$$З = C + E_H(K_C + K_{ЗД}),$$

Где C – технологическая себестоимость, руб;

$$C = (C_3 + C_{\text{эксп}})t_{\text{шт}}/60,$$

E_H – коэффициент экономической эффективности капитальных вложений ($E_H = 0,5$)

$K_C, K_{ЗД}$ – удельные капитальные вложения в станок и здание соответственно.

Расчет основной и дополнительной зарплаты выполняем по формуле

$$C_3 = C_ч \times K_Д \times З_Н \times K_{ОМ} = 90 \times 1,7 \times 1 \times 1 = 153 \text{ Руб/час}$$

Где $C_ч$ – часовая тарифная ставка рабочего, Руб/час; (90 Руб/час)

$K_Д$ – коэффициент, учитывающий дополнительную зарплату и начисления ($K_Д = 1,7$);

$З_Н$ – коэффициент, учитывающий оплату наладчика ($З_Н = 1,0$);

$K_{ОМ}$ – коэффициент, учитывающий оплату рабочего при многочисленном обслуживании ($K_{ОМ} = 1,0$);

Расчет часовых затрат по эксплуатации рабочего места выполняем по формуле

$$C_{\text{ЭКСП}} = C_{чз} \times K_M = 100 \text{ Руб/ч},$$

Где $C_{чз}$ – часовые затраты на базовом рабочем месте, Руб/ч;

K_M – коэффициент, показывающий, во сколько раз затраты, связанные с работой данного станка, больше, чем аналогичные работы базового станка

Удельные капитальные вложения в станок рассчитываем по формуле

$$K_C = \frac{Ц_C \cdot K_M \cdot C_{\Pi}}{N} = \frac{2500000 \cdot 1.1 \cdot 1}{500} = 5500 \text{ т. р.}$$

где $Ц_C$ – отпускная цена станка, руб; (принимаем 2500000 руб)

K_M – коэффициент, учитывающий затраты на транспорт и монтаж ($K_M = 1,1$);

C_{Π} – принятое число станков на операцию ($C_{\Pi} = 1,0$);

N – годовой объем выпуска деталей.

Удельные капитальные вложения в здание рассчитываем по формуле

$$K_{зд} = \frac{C_{пл} \cdot P_c \cdot C_{п}}{N} = \frac{60000 \cdot 60,5 \cdot 1}{500} = 7260 \text{ руб}$$

где $C_{пл}$ – стоимость 1 м² производственной площади

($C_{пл}=60000$ руб), руб/м²;

P_c – площадь, занимаемая станком с учетом проходов, ($P_c=60,5$ м²);

$C_{п}$ – принятое число станков на операцию ($C_{п}=1,0$)

Занимаемую станком площадь определяем по формуле

$$P_c = f \times K_c = 18,9 \times 3,2 = 60,5 \text{ м}^2$$

Где $f=18,9$ - площадь станка в плане, м²;

K_c – коэффициент, учитывающий дополнительную производственную площадь ($K_c=3,2$)

$$C = (C_z + C_{эксп}) t_{шт} / 60 = (153 + 100) \times 22,9 / 60 = 97 \text{ руб},$$

$$З = C + E_n(K_c + K_{зд}) = 97 + 0,5(5500 + 7260) = 6477 \text{ руб}.$$

Расчет приведенных затрат сводим в таблицу. Для остальных операций приведенные затраты рассчитаны и также сведены в таблицу 18.

Таблица 18. Расчет приведенных затрат

Операции	Модель станка	$T_{шт}$, мин	C_z , руб	$C_{эксп}$, руб	K_c , руб	$K_{зд}$, руб	C , руб
010	TCG-160	14,9	136	100	2640	2304	59
015	Romi G50	22,9	153	100	5500	7260	97
020	7A420	23,1	119	100	3300	292	84
025	2A554-1	34,4	85	100	1100	358	106
035	3K228A	12,6	145	100	4200	1725	51

2. Проектирование станочного приспособления

2.1. Выбор базовой конструкции, модернизация и описание работы приспособления.

Процессы и организация развития производства в машиностроении напрямую связана с модернизацией и техническим перевооружением средств производства основываясь на базе применения и внедрения последних достижений науки и техники. Подготовка производства новых видов продукции машиностроения и техническое перевооружение, а так же модернизация средств производства включают процессы проектирования методов и средств технологического оснащения станочного оборудования и их изготовления.

Доля средств технологического оснащения состоит приблизительно из 50% станочных приспособлений. Применение которых позволяет:

- надежно закреплять и базировать обрабатываемую деталь без потери ее жесткости в процессе обработки изделия;
- стабильно обеспечить высокое качество обрабатываемых деталей при малой зависимости качества от квалификации станочника;
- облегчить условия труда и повысить производительность благодаря механизации приспособлений;
- расширить технологические возможности оборудования.

При одновременном сверлении двух и более отверстий применяют многошпиндельные головки. Многошпиндельные сверлильные головки являются дополнительной оснасткой к сверлильному станку. Благодаря этим головкам появляется возможность одновременно обрабатывать несколько отверстий при этом используя различный инструмент, что значительно повышает производительность сверлильных станков.

В машиностроительной отрасли нашли распространение два основных вида многошпиндельных головок: головки для универсальных вертикально-сверлильных станков; сверлильные головки агрегатных станков.

Шпиндели, расположение и количество которых зависит от числа обрабатываемых отверстий в детали, установлены в корпусе головки. Привод их осуществляется от ведущего колеса. Установка головки производится следующим образом. Пиноль радиально-сверлильного станка оборудуют фланцем. К нему крепят корпус головки. На конце ведущего вала находятся лыски, которыми он соединяется с прямоугольным пазом шпинделя сверлильного станка. Следовательно, шпиндель станка осуществляет вращение всех шпинделей головки, а пиноль сообщает ей подачу. Работа многошпиндельной головки осуществляется следующим образом. После установки обрабатываемой детали на оправку запресованной в пиноль поворотного стола который сам устанавливается на стол станка и зажатия поворотного стола зажимами, многошпиндельную сверлильную головку опускают вместе с кондукторной плитой по направляющим осям при этом кондукторная плита через опоры благодаря усилию пружины осуществляет дополнительное закрепление обрабатываемой детали. При дальнейшем опускании головки начинает происходить сверление отверстий. При подъеме сверлильной головки, пока еще сверла не вышли из обрабатываемых отверстий, пружины продолжают прижимать кондукторную плиту к детали. Затем при подъеме головки происходит уменьшение усилия сжатия пружины, и кондукторная плита подымается совместно с головкой.

2.2. Точностной расчет приспособления.

Для определения погрешности базирования необходимо вычислить:

- точность центрирования большего отверстия по пальцу (оправке)
- точность центрирования направляющего пальца многошпиндельной головки и втулки кондукторного стола
- точность центрирования сверла и кондукторной втулки
- точность межцентрового расстояния свёрл

1 Зазор (максимальный) отверстия на втулке и пальца (оправке).

$\varnothing 80H7/f6$, где $\varnothing 80H7^{+0.035}$ - отверстие $\varnothing 80 f6_{-0.058}^{-0.036}$ – палец (оправка)

$$S_{\max} = E_{\max} - e_{\min} = 0.035 + 0.058 = 0.093 \text{ мм}$$

2 Зазор (максимальный) направляющей оси многошпиндельной головки и отверстия кондукторного стола.

$\varnothing 58H7/f6$, где $\varnothing 58H7^{+0.03}$ – отверстие во втулке $\varnothing 58 f6_{-0.049}^{-0.03}$ – палец .

$$S_{\max} = E_{\max} - e_{\min} = 0.03 + 0.049 = 0.079 \text{ мм}$$

3 Зазор (максимальный) сверла и кондукторной втулки

$\varnothing 58 H7/f6$, где $\varnothing 58H7^{+0.03}$ – отверстие во втулке $\varnothing 58 f6_{-0.049}^{-0.03}$ – сверло.

$$S_{\max} = E_{\max} - e_{\min} = 0.03 + 0.049 = 0.079 \text{ мм}$$

4 Зазор межцентрового расстояния свёрл $\pm 0.03 * 0,8 = 0,048 \text{ мм}$

Допустимое смещение отверстий от оси $T = 0.3 \text{ мм}$

Расчётное смещение отверстий относительно оси T_1

$$T_1^{\max} = 0.093 + 0.079 + 0.079 + 0.048 = 0.299 \text{ мм}$$

$T_0 > T_1$ Следовательно, данная схема обеспечивает точность, заданную чертежом.

2.3. Разработка расчетной схемы и определение сил, действующих на заготовку при обработке.

Деталь находится под воздействием момента $M_{кр}$ и осевой силы P_0 (рис. 8).

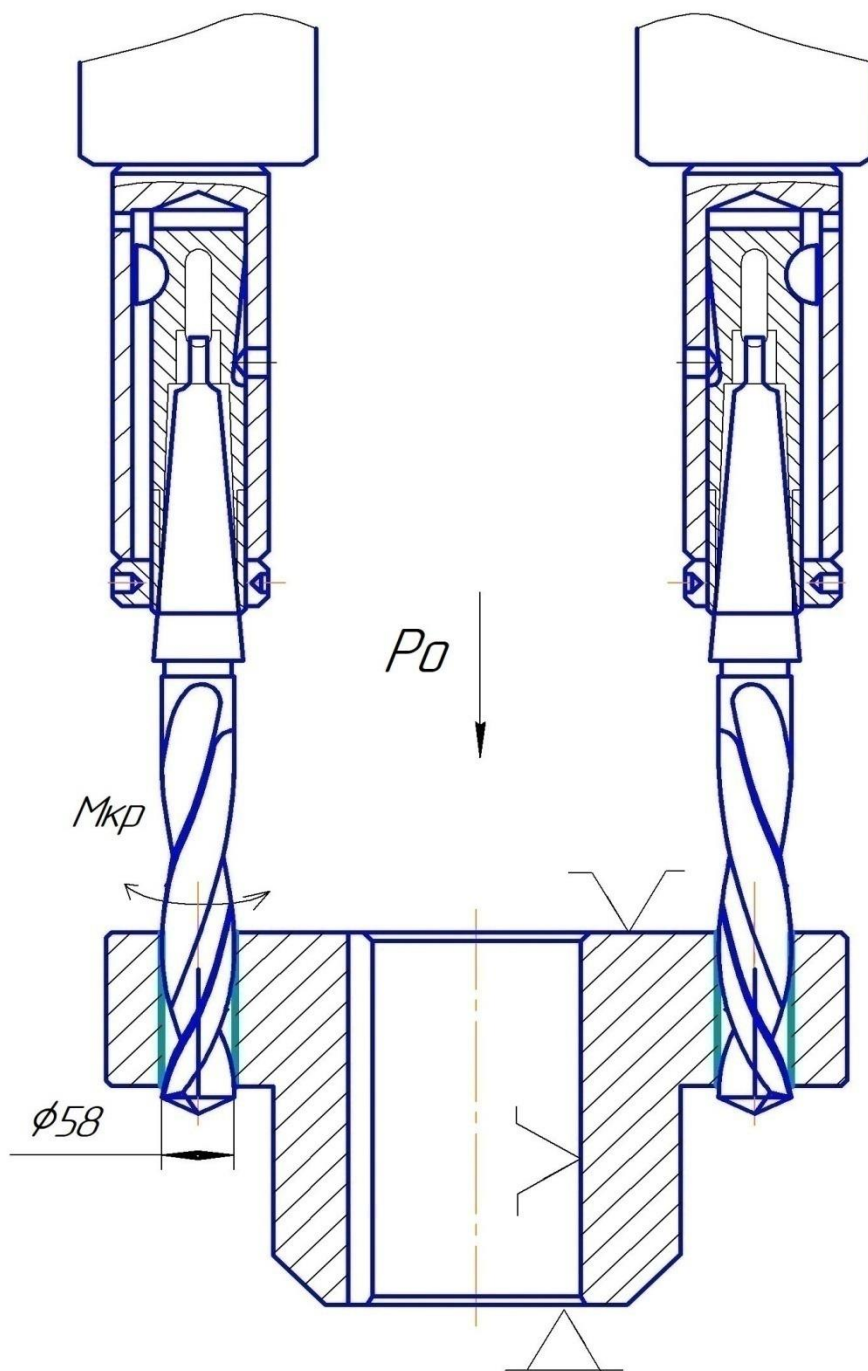


Рис. 8- Расчетная схема приспособления

Находим силы резания для сверления.

Диаметр сверления $D = 58$ мм

Подача $s = 0,8$ мм/об; по [3. с. 277]

Определяем скорость резания м/мин, при сверлении:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m s^y} * K_v,$$

где C_v – коэффициент равный $C_v = 9,8$ [3. с. 278];

q, y, m – показатели степеней $q=0,4; y=0,5; m=0,2$ по [3. с. 278];

$T = 110$ мин. – среднее значение стойкости, [3. с. 279];

Общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактическое условия резания: K_{mv} – коэффициент обрабатываемости материала [3. с. 261];

$K_{uv} = 1$ коэффициент, учитывающий инструментальный материал, (табл. 6), [3. с. 263];

$K_{lv} = 1$ коэффициент, учитывающий глубину сверления, [3. с. 280].

$$K_v = K_{mv} * K_{uv} * K_{lv} = 1,22 (0,81) * 1 * 1 = 0,81$$

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m s^y} * K_v = \frac{9,8 * 58^{0,4}}{110^{0,2} * 0,8^{0,5}} * 0,24 = 1,6 \frac{м}{мин};$$

Находим частоту вращения инструмента:

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D} = \frac{1000 * 1,6}{3,14 * 58} = 96 \frac{об}{мин};$$

Принимаем $n = 100 \frac{об}{мин};$

Расчет крутящего момента:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p$$

$$K_p = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^{0,75} = \left(\frac{530}{750}\right)^{0,75} = 0,8$$

$$C_M = 0,0345; y = 0,8; q = 2; K_p = K_{MP} = 0,8; \quad [3. \text{ с. } 281].$$

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,0345 \cdot 58^2 \cdot 0,8^{0,8} \cdot 0,8 = \mathbf{776 \text{ H} \cdot \text{м}}$$

Расчет осевой силы:

$$P_o = 10 \cdot C_P \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p,$$

$$C_P = 68, \quad y = 0,7, \quad q = 1, \quad K_p = K_{MP} = 0,8, \quad [3. \text{ с. } 281].$$

$$P_o = 10 \cdot C_P \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 68 \cdot 58 \cdot 0,8^{0,7} \cdot 0,8 = \mathbf{26\,989 \text{ H}}$$

2.4. Выбор зажимных элементов, передаточного механизма, определение сил зажима на исходном звене.

Расчет шпоночного соединения на смятие

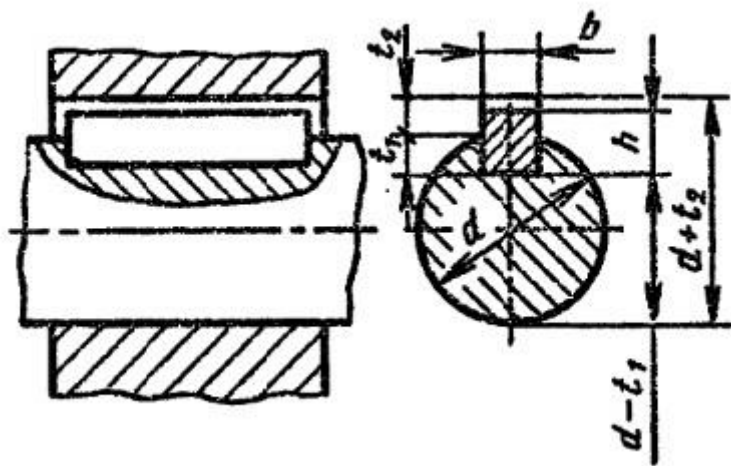


Рис.9 Основные параметры шпоночного соединения

$d = 90 \text{ мм}$; $h = 14 \text{ мм}$; $b = 25 \text{ мм}$; $t_1 = 10$; $t_2 = 6,4$

Рабочую длину шпонки примем $l_p = 160 \text{ мм}$.

Напряжение смятия граней шпонки не должно превышать допустимого $[\sigma]_{\text{см}}$.

$[\sigma]_{\text{см}} = 300 \text{ МПа}$ для стальных ступиц и неподвижном соединении.

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{2T}{d \cdot l_p (h - t_1)} \leq [\sigma]_{\text{см}}$$

$T = 776 \text{ Нм}$ вращающий момент

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{2 \cdot 776}{0,09 \cdot 0,16 \cdot 0,004} = 269 \text{ МПа}$$

$[\sigma]_{\text{см}} \geq [\sigma]_{\text{см}}$ соответственно прочности шпонки на смятие – достаточно.

Расчет шпонки на срез

$[\tau]_{\text{ср}} = 0,6 [\sigma]_{\text{см}} = 90 \text{ МПа}$ допустимое напряжение шпонки на срез

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{2T}{d l b} \leq [\tau]_{\text{ср}}$$

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{2 * 776}{0,09 * 0,16 * 0,025} = 4,3 \text{ МПа}$$

$\tau_{\text{ср}} \leq [\tau]_{\text{ср}}$ соответственно прочности шпонки на срез – достаточно.

Диаметр ведущего валика находим по величине крутящего момента, который передается при процессе сверления:

$$d_1 = \sqrt{\frac{16M_{\text{кр}}}{\pi \cdot [\tau]}}$$

где d_1 - диаметр центрального шпинделя;

$[\tau]$ - допускаемое напряжение кручения;

$M_{\text{кр}}$ - крутящий момент.

$$M_{\text{кр}} = 776H \cdot \text{м}$$

$$[\tau] = 1,5 \text{ Н} / \text{м}^2$$

$$d_1 = \sqrt{\frac{16 \cdot 776}{3,14 \cdot 1,5}} = 20 \text{ мм}$$

Модуль ведомой шестерни шпинделя рекомендуется подбирать в зависимости от диаметра промежуточного сверла. Принимаем модуль всех шестерен головки равным 2 мм.

Делительный диаметр ведомых зубчатых колес $d=240$ мм.

Ширина зубчатых колес принимается равной 10 модулям.

Выбор подшипников.

Подбор подшипников производится исходя из диаметров валов на которые происходит запрессовка а после проверяются по заданному сроку службы (долговечность h в часах) и коэффициенту работоспособности C .

Для многошпиндельных головок расчетную долговечность подшипников принимают от 2 до 3 тыс. часов машинного времени.

Расчет на прочность

Обычно на прочность рассчитываются лишь для максимально нагруженных деталей — подшипников и зубчатых колес; шпиндели, валики и другие элементы конструкции выполняют только в случае, если присутствует особо не благоприятные распределения нагрузки.

Проверяем подшипники шариковые радиальные однорядные на шпинделе сверлильной головки.

Подшипник №204: $d=20\text{мм}$; $D=47\text{мм}$; $B=14\text{мм}$; $C_r=1100$ кгс; $C_{or}=709$ кгс.

Эквивалентная нагрузка:

$$P_{\Sigma} = (X \cdot V \cdot P_r + Y \cdot P_A) \cdot K_{\sigma} \cdot K_m,$$

$$P_r = R_c = 324\text{кгс} \text{ -радиальная нагрузка;}$$

$$P_A = F_A = 879\text{кгс} \text{ -осевая нагрузка;}$$

$$X = 1, Y = 0 \text{ -так как } P_A = F_A = 879\text{кгс};$$

$$V = 1 \text{ -вращается внутреннее кольцо;}$$

$$K_{\sigma} = 1 \text{ -коэффициент безопасности;}$$

$$K_m = 1 \text{ -температурный коэффициент.}$$

$$P_{\Sigma} = (1 \cdot 1 \cdot 324 + 0) \cdot 1 \cdot 1 = 324\text{кгс}$$

Расчетная долговечность подшипника:

$$L = \left(\frac{C_r}{P_{\Sigma}} \right)^3 \cdot \frac{10^6}{60 \cdot n}, (2.2.4.1.2)$$

$$n = 240 \frac{\text{об}}{\text{мин}} \text{ - частота вращения шпинделя;}$$

$$L = \left(\frac{1000}{324} \right)^3 \cdot \frac{10^6}{60 \cdot 240} = 2041,67\text{ч} > 2000\text{ч};$$

Расчетная долговечность больше требуемой (2000 часов), значит окончательно принимаем Подшипник №204.

При изготовлении деталей сверлильной головки применяются углеродистые качественные стали 20, 35, 45 или легированные стали 12ХН3А, 20Х, 40Х.

Шпиндели изготавливаются из сталей марок 40Х и 45.

Корпусные детали изготавливаются из серого чугуна СЧ12-28 или СЧ 15-32; так же для снижения веса сверлильной головки, корпусные детали допускается изготавливать из алюминиевого сплава марки АЛ9.

2.5. Проектирование технологии сборки приспособления.

[8, стр. 7] Технологический процесс сборки изделия в его окончательном виде определяется типом производства, то есть объемом выпуска собираемых узлов и изделий, трудоемкостью сборки и организационными формами сборки. При значительных объемах сборки разрабатывают технологический процесс подробно и с возможно большей дифференциацией операций. При малом объеме выпуска ограничиваются составлением маршрута сборочных операций. Спроектированный маршрут сборки представлен в таблице 19. Схема сборки представлена на листе графической части ВКР.

Таблица 19
Маршрут сборки приспособления

№ операции	Наименование операции	Содержание операции и переходов
005	Слесарно-сборочная	Установить в головку сверлильную поз. 1 втулки поз. 8.
010	Слесарно-сборочная	Установить в кондуктор поз. 4 втулки поз.5 и оси поз.7. Закрепить гайками поз.4. Установить пружины поз.7.
015	Слесарно-сборочная	Собрать совместно сборочные единицы операций 005 и 010 закрепив шайбами поз.11, 10 и болтами поз.9.
020	Слесарно-сборочная	Установить собранную конструкцию в шпиндель станка.
025	Слесарно-сборочная	Установить поворотный стол поз.13 на стол станка.
030	Слесарно-сборочная	Установить оправку поз.2 в пиноль поворотного стола поз.13.
035	Слесарно-сборочная	Установить деталь на оправку поз.2 закрепив шпонкой поз.12.

ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕДИНЕНИЕ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л32	Гурскому Михаилу Павловичу

Институт	ИнЭО	Кафедра	ТМСР
Уровень образования	Бакалавр	Направление/ специальность	15.03.01 Машиностроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Оклад руководителя –19500 руб. Оклад инженера –17000руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Премияльный коэффициент руководителя 30%; Премияльный коэффициент инженера 20%; Доплаты и надбавки руководителя 30%; Доплаты и надбавки инженера 20%; Дополнительной заработной платы 12%; Накладные расходы 16%; Районный коэффициент 30%.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 30 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	-Анализ конкурентных технических решений
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Формирование плана и графика разработки: - определение структуры работ; - определение трудоемкости работ; - разработка графика Ганта. Формирование бюджета затрат на научное исследование: - материальные затраты; - заработная плата (основная и дополнительная); - отчисления на социальные цели; - накладные расходы.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	- Определение эффективности исследования

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценочная карта конкурентных технических решений
2. График Ганта
3. Расчет бюджета затрат НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Старикова Е.В.	К.ф.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л32	Гурский М.П.		

3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.

Актуальность проведения экономического анализа по оценке деловой привлекательности научной разработки обусловлена тем, что в настоящее время проведение данного анализа позволяет вовремя устранить коммерчески малоэффективные варианты, следовательно, значительно повысить вероятность коммерциализации научной разработки.

Потенциальные потребители - машиностроительное предприятие ПК "Казцинкмаш".

Целью данного раздела является разработка технологического процесса изготовления детали «полумуфта двигателя» отвечающего современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения; перспективности и успешности научно-исследовательского проекта.

Для поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- оценить потенциальных потребителей результатов исследования;
- проанализировать конкурентные технические решения;
- структурировать работу в рамках научного исследования;
- определить трудоемкость выполненной работы и разработать график проведения научного исследования;
- рассчитать бюджет научно-технического исследования.

3.1 Анализ по технологии QuaD

Технология QuaD представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект.

В основе технологии QuaD лежит нахождение средневзвешенной величины следующих групп показателей:

1) Показатели оценки коммерческого потенциала разработки.

2) Показатели оценки качества разработки.

В нашем случае при работе с технологией QuaD мы воспользуемся показателями оценки качества разработки.

Показатели оценки качества и перспективности новой разработки подбираются исходя из выбранного объекта исследования с учетом его технических и экономических особенностей разработки, создания и коммерциализации.

Для упрощения процедуры проведения QuaD рекомендуется оценку проводить в табличной форме (табл. 1).

В соответствии с технологией QuaD каждый показатель оценивается экспертным путем по стобальной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 100 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$П_{ср} = \sum B_i \cdot Б_i, \quad (1)$$

где $П_{ср}$ – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

$Б_i$ – средневзвешенное значение i -го показателя.

Значение $П_{ср}$ позволяет говорить о перспективах разработки и качестве проведенного исследования. Если значение показателя $П_{ср}$ получилось от 100 до 80, то такая разработка считается перспективной. Если от 79 до 60 – то перспективность выше среднего. Если от 69 до 40 – то перспективность средняя. Если от 39 до 20 – то перспективность ниже среднего. Если 19 и ниже – то перспективность крайне низкая.

Таблица 1-Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	6
Показатели оценки качества разработки					
1. Производительность труда рабочего	0,05	80	100	0,80	0,04
2. Вид получения заготовки	0,20	95	100	0,95	0,19
3. Время изготовления детали «полумуфта»	0,10	70	100	0,70	0,07
4. Качества изготовления детали «полумуфта»	0,15	85	100	0,85	0,1275
5. Уровень квалификации рабочего	0,10	80	100	0,80	0,08
6. Сокращения количества операций в технологическом процессе	0,10	75	100	0,75	0,075
7. Гибкость технологического процесса изготовления детали «полумуфта»	0,10	80	100	0,80	0,080
8. Уровень сложности изготовления детали «полумуфта»	0,05	65	100	0,65	0,0325
9. Уровень автоматизации	0,05	60	100	0,60	0,03
10. Цена изделия	0,10	75	100	0,75	0,075
Итого	1				0,800

Значение $P_{cp} = 80$ показывает, что перспективность технологического процесса изготовления детали «полумуфта двигателя» на рынке является перспективной.

3.2 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование ВКР включает в себя: обсуждение проблематики выбранной темы, цели работы, вопросы, которые должны быть проработаны, составления перечня работ, необходимых к выполнению, определение участников и построения графика проведения работ.

Таблица 2 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Подготовительный этап	1	Выбор научного руководителя бакалаврской работы	Студент
	2	Составление и утверждение темы бакалаврской работы	Научный руководитель, студент
	3	Составление календарного плана-графика выполнения бакалаврской работы	Научный руководитель
	4	Подбор и изучение литературы по технологическому проектированию	Студент
Основной этап	5	Выполнение технологической части работы	Студент
	6	Согласование выполненной технологической части с научным руководителем	Научный руководитель, студент
	7	Выполнение конструкторской части работы	Студент
	8	Согласование выполненной конструкторской части с научным руководителем	Научный руководитель, студент
Заключительный этап	9	Выполнение других частей работы	Студент
	10	Подведение итогов ,оформление работы	Студент

3.3 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxі}}{5}, \quad (2)$$

где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

t_{mini} – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{maxі}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 1-й работы составило:

$$t_{ож1} = \frac{3*1 + 2*2}{5} = 1,4 \text{ чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 2-й работы составило:

$$t_{ож2} = \frac{3*2 + 2*3}{5} = 2,4 \text{ чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 3-й работы составило:

$$t_{\text{ож}3} = \frac{3*1 + 2*2}{5} = 1,4\text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 4-й работы составило:

$$t_{\text{ож}4} = \frac{3*5 + 2*10}{5} = 7\text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 5-й работы составило:

$$t_{\text{ож}5} = \frac{3*20 + 2*28}{5} = 23,6\text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 6-й работы составило:

$$t_{\text{ож}6} = \frac{3*1 + 2*2}{5} = 1,4\text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 7-й работы составило:

$$t_{\text{ож}7} = \frac{3*20 + 2*28}{5} = 23,6\text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 8-й работы составило:

$$t_{\text{ож}8} = \frac{3*1 + 2*2}{5} = 1,4\text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 9-й работы составило:

$$t_{\text{ож}9} = \frac{3*10 + 2*15}{5} = 12\text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 10-й работы составило:

$$t_{\text{ож}10} = \frac{3 * 2 + 2 * 4}{5} = 2,8 \text{ чел.} - \text{дн.}$$

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{\text{ож}i}}{Ч_i},$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб.дн.;

$t_{\text{ож}i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Продолжительность 1-ой работы:

$$T_{p1} = \frac{1,4}{1} = 1,4 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность 2-ой работы:

$$T_{p2} = \frac{2,4}{2} = 1,2 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность 3-ой работы:

$$T_{p3} = \frac{1,4}{1} = 1,4 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность 4-ой работы:

$$T_{p4} = \frac{7}{1} = 7 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность 5-ой работы:

$$T_{p5} = \frac{23,6}{1} = 23,6 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность 6-ой работы:

$$T_{p6} = \frac{1,4}{2} = 0,7 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность 7-ой работы:

$$T_{p7} = \frac{23,6}{1} = 23,6 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность 8-ой работы:

$$T_{p8} = \frac{1,4}{2} = 0,7 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность 9-ой работы:

$$T_{p9} = \frac{12}{1} = 12 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность 10-ой работы:

$$T_{p10} = \frac{2,8}{1} = 2,8 \text{ раб.дн.}$$

3.4 Разработка графика проведения научного исследования

При выполнении дипломных работ студентов основным становятся участниками сравнительно небольших по объему научных тем. Поэтому наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (4)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (5)$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе T_{ki} необходимо округлить до целого числа.

Коэффициент календарности в 2018 году составил :

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1,48,$$

Продолжительность выполнения 1-й работы в календарных днях:

$$T_{k1} = 1,4 * 1,48 = 2 \text{ кал.дн.}$$

Продолжительность выполнения 2-й работы в календарных днях:

$$T_{k2} = 1,2 * 1,48 = 2 \text{ кал.дн.}$$

Продолжительность выполнения 3-й работы в календарных днях:

$$T_{k3} = 1,4 * 1,48 = 2 \text{ кал.дн.}$$

Продолжительность выполнения 4-й работы в календарных днях:

$$T_{k4} = 7 * 1,48 = 10 \text{ кал.дн.}$$

Продолжительность выполнения 5-й работы в календарных днях:

$$T_{k5} = 23,6 * 1,48 = 35 \text{ кал.дн.}$$

Продолжительность выполнения 6-й работы в календарных днях:

$$T_{k6} = 0,7 * 1,48 = 1 \text{ кал.дн.}$$

Продолжительность выполнения 7-й работы в календарных днях:

$$T_{k7} = 23,6 * 1,48 = 35 \text{ кал.дн.}$$

Продолжительность выполнения 8-й работы в календарных днях:

$$T_{k8} = 0,7 * 1,48 = 1 \text{ кал.дн.}$$

Продолжительность выполнения 9-й работы в календарных днях:

$$T_{k9} = 12 * 1,48 = 18 \text{ кал.дн.}$$

Продолжительность выполнения 10-й работы в календарных днях:

$$T_{k10} = 2,8 * 1,48 = 4 \text{ кал.дн.}$$

Все рассчитанные значения необходимо свести в таблицу (табл. 3).

Таблица 3-Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
	t_{min} , чел-дни	t_{max} , чел-дни	$t_{ож\bar{c}i}$, чел-дни			
Выбор научного руководителя бакалаврской работы	1	2	1,4	Студент	1,4	2

Составление и утверждение темы бакалаврской работы	2	3	1,2	Научный руководитель, студент	1,2	2
Составление календарного плана-графика выполнения бакалаврской работы	1	2	1,4	Научный руководитель	1,4	2
Подбор и изучение литературы по технологическому проектированию	5	10		Студент	7	10
Выполнение технологической части работы	20	28		Студент	23,6	35
Согласование выполненной технологической части с научным руководителем	1	2		Научный руководитель, студент	1,4	1
Выполнение конструкторской части работы	20	28		Студент	23,6	35
Согласование выполненной конструкторской части с научным руководителем	1	2		Научный руководитель, студент	1,4	1
Выполнение других частей работы	10	15		Студент	12	18
Подведение итогов , оформление работы	2	4		Студент	2,8	4

На основе табл. 3 строится календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта на основе табл. 9 с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования. При этом работы на графике следует выделить различной штриховкой в зависимости от исполнителей, ответственных за ту или иную работу.

Таблица 4- Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№ работ	Вид работ	Исполнители	T_{ki} , кал.д н.	Продолжительность выполнения работ											
				февр.			март			апрель			май		
				2	3		1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Выбор научного руководителя бакалаврской работы	Студент	2												
2	Составление и утверждение темы бакалаврской работы	Научный руководитель, студент	2												
3	Составление календарного плана-графика выполнения бакалаврской работы	Научный руководитель	2												
4	Подбор и изучение литературы по технологическому проектированию	Студент	10												
5	Выполнение технологической части работы	Студент	35												
6	Согласование выполненной технологической части с научным руководителем	Научный руководитель, студент	1												
7	Выполнение конструкторской части работы	Студент	35												
8	Согласование выполненной конструкторской части с научным руководителем	Научный руководитель, студент	1												
9	Выполнение других частей работы	Студент	18												
10	Подведение итогов , оформление работы	Студент	4												

 - руководитель темы  - студент

По календарному плану-графику проведения ВКР видно, что начало работы было во второй половине декады февраля. По графику видно, что некоторые виды работы выполняются 3 декады в одном месяце. Такие работы, как составление и утверждение темы работы, выбор объекта исследования и согласование работы, выполнялись двумя исполнителями. Окончание работы в половине третьей декады мая.

3.5 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы;
- формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.

3.5.1 Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$З_m = \sum_{i=1}^m Ц_i * N_{расхi} , \quad (6)$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

$Ц_i$ – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.).

В данной работе к материальным затратам можно отнести: бумага, ручки, USB-накопитель, ежедневник, ластик.

Материальные затраты, необходимые для разработки технологического процесса изготовления детали «полумуфта двигателя», указаны в таблице 5.

Таблица 5 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы ($З_m$), руб.
Бумага офисная	лист	200	1,5	300
Ручка	Шт.	4	20	80
Скобы для степлера	упаковка	2	15	30
Ежедневник	Шт	1	150	150
Ластик	Шт	1	20	40
Итого:				600

Материальные затраты на выполнение научно-технического исследования составили 600 рублей.

3.5.2 Основная заработная плата исполнителей темы

В настоящую статью включается основная заработная плата научного руководителя и студента.

Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада. Расчет основной заработной платы приводится в таблице 6.

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НТИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$З_{зп}=З_{осн}+З_{доп}, \quad (7)$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата;

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $Z_{\text{осн}}$).

Основная заработная плата ($Z_{\text{осн}}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = T_p \cdot Z_{\text{дн}}, \quad (8)$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.

$Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_M \cdot M}{F_d}, \quad (9)$$

где Z_M – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб.дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб.дн.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_M = Z_{\text{тс}} * (1 + k_{\text{пр}} + k_d) * k_p, \quad (10)$$

где $Z_{\text{тс}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от $Z_{\text{тс}}$);

k_d – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15- 20 % от $Z_{\text{тс}}$);

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (город Томск).

Месячный должностной оклад руководителя темы, руб.:

$$З_m = 19500 * (1 + 0,3 + 0,3) * 1,3 = 40560$$

Месячный должностной оклад студента, руб.:

$$З_m = 17000 * (1 + 0,2 + 0,2) * 1,3 = 26520$$

Таблица 6 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные	118	118
- из них праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
- отпуск	48	24
- невыходы по болезни	10	15
Действительный годовой фонд рабочего времени	189	208

Дневной должностной оклад руководителя темы, руб.:

$$З_{дн} = \frac{40560 * 10,4}{189} = 2231,9$$

Дневной должностной оклад студента, руб.:

$$З_{дн} = \frac{26520 * 11,2}{208} = 1428$$

Основная заработная плата руководителя темы составила:

$$З_{осн} = 2231,9 * 8 = 17855,2$$

Основная заработная плата студента составила:

$$З_{осн} = 1428 * 101 = 144228$$

Таблица 7 - Расчет основной заработной платы

Исполнители	$З_{тс}$, тыс. руб.	$k_{пр}$	k_d	k_p	$З_m$, тыс. руб.	$З_{дн}$, тыс. руб.	Тр, раб. дн.	$З_{осн}$, тыс. руб.
Руководитель	19,5	0,3	0,3	1,3	40560	2231,9	8	17855,2
Бакалавр	17,0	0,2	0,2	1,3	26520	1428	101	144228
Итого $З_{осн}$:								162083

3.5.3 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} \quad (12)$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

Следовательно, дополнительная заработная плата научного руководителя будет равной:

$$З_{\text{доп}} = 0,12 \cdot 17855,2 = 2142,6$$

Дополнительная заработная плата студента составила:

$$З_{\text{доп}} = 0,12 \cdot 144228 = 17307,3$$

3.5.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}), \quad (13)$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2018 год установлен размер страховых взносов равный 30%.

Таблица 8 - Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель темы	17855,2	2142,6
Студент	144228	17307,3
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	30%	
Итого	54460	

3.5.5 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\sum \text{статей}) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (14)$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%. Таким образом, накладные расходы равны:

$$Z_{\text{накл}} = 235993 \cdot 0,16 = 37759 \text{ рублей.}$$

3.5.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в

качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 16.

Таблица 9 - Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	Доля затрат
1. Материальные затраты НТИ	600	0,0021
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	162083	0,59
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	19450	0,070
4. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	54460	0,198
5. Накладные расходы	37759	0,137
6. Бюджет затрат НТИ	274352	1

Бюджет затрат на выполнение научно-исследовательской работы составил 274 352 рубля.

3.6 Определение эффективности исследования

В технологическом процессе изготовления детали «полумуфта двигателя» исходной заготовкой принят прокат круглого сечения, что при единичном типе производства оправдано и позволяет значительно сократить затраты на получения заготовки. За счёт оптимальной последовательности технологических операций достигается минимальная трудоемкость изготовления детали.

Значение $P_{cp} = 80$ показывает, что перспективность технологического процесса изготовления детали «Полумуфта двигателя» на рынке является перспективным. В рамках планирования научной работы была составлена структура работ, разработка графика этих работ и определена их трудоемкость. По календарному плану-графику проведения ВКР видно, что начало работы было во второй половине февраля, а окончание работ во второй половине мая. Был определен бюджет исследования, который составил 274 352 рублей.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л32	Гурскому Михаилу Павловичу

Школа	Инженерная школа новых производственных технологий	Отделение	Отделение материаловедения
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01 «Машиностроение»

Тема дипломной работы: Проектирование технологического процесса изготовления детали «полумуфта двигателя» и оснастки.

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

Характеристика объекта исследования	Объектом исследования является механический цех по производству деталей типа «Полумуфта двигателя».
-------------------------------------	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1.1 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности	Параметры анализа: 1. микроклимат; 2. промышленная санитария (наличие вредных веществ, ПДК, класс опасности, СКЗ, СИЗ); 3. производственный шум; 4. расчет освещенности рабочего места; 5. электрическая безопасность; 6. Производственный травматизм, движущиеся машины и механизмы, подвижные элементы производственного оборудования; 7. пожарная безопасность;
1,2 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности	
2. Охрана окружающей среды	– анализ воздействия объекта на окружающую среду (сбросы, выбросы, отходы); – мероприятия по сокращению негативного воздействия на окружающую среду и способы утилизации.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	1. сильные морозы; 2. несанкционированное проникновение на производство.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства (приводится перечень ГОСТов, СНиПов и др. законодательных документов, использованных в своей работе).
5. Перечень графического материала	1. План размещения светильников на потолке в рабочем помещении; 2. План эвакуации.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	26.02.2018 г.
--	---------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ТПУ	Федорчук Юрий Митрофанович	Доктор технических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л32	Гурский Михаил Павлович		

4. Социальная ответственность

4.1.1 Анализ вредных факторов

4.1.1.1 Микроклимат

Под микроклиматом производственной среды согласно ГОСТ 12. 1.005 - 88. ССБТ понимают сочетание температуры, относительной влажности воздуха и интенсивности теплового излучения. Согласно СанПиН 2.2.4.548-96 «гигиенические требования к микроклимату производственных помещений», оптимальная температура воздуха на рабочих местах должна находиться в диапазоне 15-28°C. Относительная влажность воздуха в диапазоне 20-80%. Оптимальная скорость движения воздуха $\leq 0,5$ м/с. Интенсивность теплового излучения от нагретых поверхностей, осветительных приборов не должна превышать 35 Вт/м².

Помещение, его размеры (площадь, объем) должны в первую очередь соответствовать количеству рабочих и размещенному в нем оборудованию. Для обеспечения нормальных условий труда санитарные нормы СанПиН 2.2.4.548-96 устанавливают, что на одного рабочего должно приходиться 4,5 м² площади помещения и 20 куб. м объема воздуха.

Например возьмем условный механический цех с габаритами:

- длина помещения - 90 м;
- ширина - 30 м;
- высота - 10 м.

Исходя из этих параметров, площадь данного помещения составляет:

$$S = 90 * 30 = 2700 \text{ кв.м};$$

$$V = 90 * 30 * 10 = 27000 \text{ куб.м.}$$

В цеху работает 100 человек. Значит, на каждого человека приходится 270 куб.м объема воздуха. Это удовлетворяет санитарным нормам.

Микроклимат комнаты поддерживается на оптимальном уровне системой водяного центрального отопления, естественной вентиляцией, а также искусственным кондиционированием и дополнительным прогревом в холодное время года.

4.1.1.2. Промышленная санитария

Промышленная санитария (производственная санитария) — это раздел общей санитарии, осуществляющий мероприятия по правильному устройству, оборудованию и содержанию промышленных предприятий в целях охраны здоровья работающих на них, а также населения, проживающего в ближайшем соседстве с предприятием.

На машиностроительных предприятиях в цехах горячей и холодной обработки металлов в воздух производственных помещений выделяется много пыли, токсических и раздражающих газов.

В механических цехах процессы обточки, шлифовки, полировки сопровождаются пылевыведением, интенсивность которого зависит от вида обрабатываемого металла, используемого абразивного или другого инструмента, сухого или влажного метода обработки, наличия и конструкции пылеотсасывающих устройств. При обработке металлов используются токарные, фрезерные, сверлильные, точильные, шлифовальные, полировальные и другие станки, при работе которых применяются смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ). Они применяются в больших количествах и весьма разнообразны по составу. В результате механического разбрызгивания и испарения СОЖ, так как температура режущего инструмента, орошаемого СОЖ, может достигать нескольких сот градусов, ее компоненты поступают в воздух в виде масляных и иных аэрозолей, а также сложных парогазовых смесей. Вдыхание их может быть причиной раздражающего влияния на органы дыхания, легочную ткань, а также неблагоприятного воздействия на другие системы организма.

При обработке используется СОЖ. При попадании СОЖ на пол во время работы на станке возможны падения и, как следствие, вывихи, переломы и повреждения кожного покрова, а также попадание СОЖ в глаза.

Использование СОЖ приводит к различным заболеваниям кожи, а также раздражающе действует на слизистые оболочки верхних дыхательных путей.

При работе на токарных, фрезерных, сверлильных станках во избежание попадания СОЖ и стружки в глаза необходимо установить защитные ограждения. Чтобы устранить вредное воздействие на здоровье рабочих продуктов горения и испарения СОЖ необходимо установить в цехе систему вентиляции, поддерживающую необходимый состав атмосферы в рабочем помещении. Кроме того, для устранения влияния СОЖ на кожу рук рабочих необходимо выдавать им мыло и «биологические перчатки».

Перечень вредных веществ их ПДК, класс опасности, СКЗ, СИЗ приведен в таблице 1

Таблица 1.

Вредное вещество	ПДК мг/м ³	Класс опасности	СКЗ	СИЗ
Оксид железа	6	IV	Противопылевая вентиляционная система (аспирация)	Полумаска с фильтром
Альдегид масляной	5	III	Защитные ограждения. Местная вентиляция	Защитные очки, респиратор

Оксид углерода	5	IV	Местная вентиляция	промышленный фильтрующий противогаз марки СО
----------------	---	----	--------------------	--

4.1.1.3 Повышенный уровень шума

Шум неблагоприятно воздействует на организм человека, вызывает психические и физиологические нарушения, снижение слуха, работоспособности, создают предпосылки для общих и профессиональных заболеваний и производственного травматизма, а также происходит ослабление памяти, внимания, нарушение артериального давления и ритма сердца.

Производственное оборудование и инструменты, создающие в процессе эксплуатации шум, необходимо конструировать в соответствии с требованиями этого стандарта и снабжать паспортом с указанием спектра излучаемой звуковой мощности, определяемой по ГОСТ 12. 1. 003 - 83 ССБТ.

Мероприятия по устранению повышенного уровня шума:

- правильная организация труда и отдыха;
- ликвидация шума в источнике его возникновения путем своевременного устранения неисправности технологического оборудования;
- применение звукопоглощающих материалов в конструкциях шумящих механизмов и оборудования;
- облицовка помещений (потолка и стен в небольших помещениях) звукоизолирующими и звукопоглощающими материалами;
- применение индивидуальных средств защиты органов слуха - наушников, вкладышей, шлемов (ГОСТ 12. 4. 011-89 ССБТ).

Основные источники шума: технологическое оборудование в основных производственных цехах, металлообрабатывающие станки основного и вспомогательного производств.

Максимальная шумовая характеристика станков 82дБ А в соответствии с ГОСТ12.1.003-76.

При значениях выше допустимого уровня необходимо предусмотреть СКЗ и СИЗ.

- СКЗ. Изоляция источников шума от окружающей среды средствами звуко- и виброизоляции, звуко- и вибропоглощения. В качестве шумоизоляции применяются - перлитовые звукопоглощающие плиты закрепленные на стенах.
- СИЗ. Применение защитных средств органов слуха: наушники, беруши, антифоны.

4.1.1.4 Расчет искусственного освещения

Для расчета искусственного освещения примем одно из помещений производственного участка- отдел технического контроля механообрабатывающего цеха.

Согласно СНиП 23-05-95 в производственном помещении при работе с измерительным инструментом освещенность должна быть не менее 300 Лк.

Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое действие на человека и способствует повышению производительности труда.

На рабочей поверхности должны отсутствовать резкие тени, которые создают неравномерное распределение поверхностей с различной яркостью в поле зрения, искажает размеры и формы объектов различия, в результате повышается утомляемость и снижается производительность труда.

Для защиты от слепящей яркости видимого излучения применяют защитные очки, щитки, шлемы. Очки на должны ограничивать поле зрения, должны быть легкими, не раздражать кожу, хорошо прилегать к лицу и не покрываться влагой.

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен. Длина помещения $A = 7$ м, ширина $B = 6$ м, высота = 3,5 м. Высота рабочей поверхности над полом $h_p = 1,0$ м. Согласно СНиП 23-05-95 необходимо создать освещенность не ниже 300 лк, в соответствии с разрядом зрительной работы.

Площадь помещения:

$S = A \times B$, где A – длина, м; B – ширина, м.

$$S = 7 \times 6 = 42 \text{ м}^2$$

Коэффициент отражения свежепобеленных стен с окнами, без штор $\rho_C = 50\%$, свежепобеленного потолка $\rho_{II} = 70\%$. Коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника, для помещений с малым выделением пыли равен $K_3 = 1,5$. Коэффициент неравномерности для люминесцентных ламп $Z = 1,1$.

Выбираем лампу дневного света ЛХБ-40, световой поток которой равен $\Phi_{\text{ЛД}} = 2700 \text{ Лм}$.

Выбираем светильники с люминесцентными лампами типа ОД – 2-40.

Этот светильник имеет две лампы мощностью 40 Вт каждая, длина светильника равна 1230 мм, ширина – 266 мм.

Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является величина λ , которая для люминесцентных светильников с защитной решёткой лежит в диапазоне 1,1–1,3. Принимаем $\lambda=1,1$, расстояние светильников от перекрытия (свес) $h_c = 0,5 \text{ м}$.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = h_n - h_p,$$

где h_n – высота светильника над полом, высота подвеса,

h_p – высота рабочей поверхности над полом.

Наименьшая допустимая высота подвеса над полом для двухламповых светильников ОДОР: $h_n = 3,5 \text{ м}$.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = h_n - h_c = 3,5 - 1 - 0,5 = 2,0 \text{ м}.$$

Расстояние между соседними светильниками или рядами определяется по формуле:

$$L = \lambda \cdot h = 1,1 \cdot 2 = 2,2 \text{ м}$$

Расстояние от крайних светильников или рядов до стены определяется по формуле: $l = L/3 = 2,2/3 = 0,7 \text{ м}$ (расстояние от крайних светильников до стены)

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = A * B / h * (A + B) = 7 * 6 / 2 * (7 + 6) = 1,6$$

Коэффициент использования светового потока, показывающий какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность, для светильников типа ОД с люминесцентными лампами при $\rho_{\text{П}} = 70 \%$, $\rho_{\text{С}} = 50\%$ и индексе помещения $i = 1,6$ равен $\eta = 0,47$.

Найдем количество ламп, которое нам требуется:

$$N = \frac{E_H * S * K_3 * Z}{\Phi * \eta} = \frac{300 * 42 * 1,5 * 1,1}{2700 * 0,47} = 16 \text{ шт.}$$

Так как в одном светильнике установлено по 2 лампы принимаем

Количество светильников $n=8$ шт.

Световой поток лампы определяется по формуле:

$$\Phi = \frac{E_H * S * K_3 * Z}{N * \eta} = \frac{300 * 42 * 1,5 * 1,1}{16 * 0,47} = 2764,6 \text{ лм}$$

Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{л.станд.}} - \Phi_{\text{л.расч.}}}{\Phi_{\text{л.станд.}}} 100\% \leq +20\%$$

$$-10\% \leq \frac{2700 - 2764,6}{2700} 100\% \leq +20\%$$

Таким образом: $-10\% \leq -2,4\% \leq 20\%$, необходимый световой поток светильника не выходит за пределы требуемого диапазона.

Размещаем светильники в три ряда. На рисунке 1 изображен план помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами

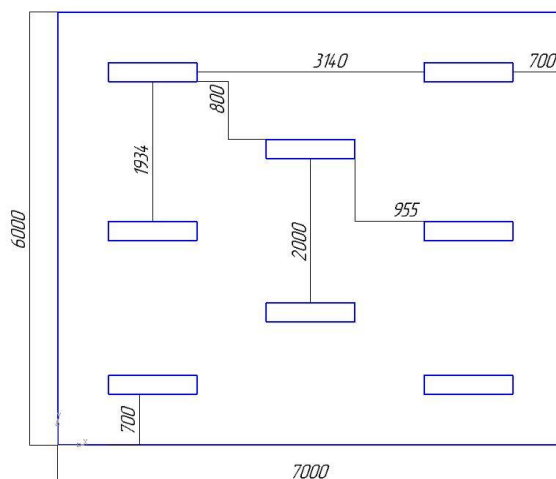


Рис.1 План размещение светильников.

4.1.2 Анализ опасных производственных факторов

4.1.2.1 Поражение электрическим током

Основными причинами воздействия тока на человека являются: случайные проникновения или приближение на опасное расстояние к токоведущим частям; появление напряжения на металлических частях оборудования в результате повреждения изоляции.

Устанавливает предельно допустимые уровни (ПДУ) напряжений и токов ГОСТ 12.1. 038-82 ССБТ .

Согласно ПУЭ производственное помещение участка относится к категории помещений с повышенной опасности, т.к. в нашем помещении присутствуют такие факторы, как токопроводящий пол, так как он железобетонный, и токопроводящая пыль. Проблема токопроводящих полов решается оборудованием рабочих мест деревянными плитами (решетками). А токопроводящая пыль устраняется с помощью устройств местной вытяжной вентиляции.

Мероприятия по защите от поражения электрическим током: Обеспечение недоступности токоведущих частей, находящихся под напряжением путем надежной изоляции, вывешивание плакатов и знаков и т.д.; электрическое разделение сети;

Устранение опасности поражения электрическим током при появлении напряжения на корпусах, кожухах и других частях электрооборудования достигается применением малых напряжений, использованием двойной изоляции, выравниванием потенциала, защитным заземлением, занулением и др.;

Электробезопасность представляет собой систему организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статистического электричества.

Электроустановки классифицируют по напряжению: с номинальным напряжением до 1000 В (помещения без повышенной опасности), до 1000 В с присутствием агрессивной среды (помещения с повышенной опасностью) и свыше 1000 В (помещения особо опасные).

Так как в рассматриваемом помещении цеха эксплуатируется оборудование с номинальным напряжением 380 В но в то же время присутствует возможность получить травму прикоснувшись к не изолируемым металлическим поверхностям оборудования то оно относится к помещениям с повышенной опасностью.

В помещении применяются следующие меры защиты от поражения электрическим током: недоступность токоведущих частей для случайного прикосновения, все токоведущие части изолированы и ограждены. Недоступность токоведущих частей достигается путем их надежной

изоляции, применения защитных ограждений (кожухов, крышек, сеток и т.д.), расположения токоведущих частей на недоступной высоте.

Средства коллективной защиты.

Средства коллективной защиты в механическом цехе от поражающего действия тока:

1. Защитное заземление — принудительное соединение с землей оборудования, которые, обычно, не находятся под напряжением, но которые могут оказаться под напряжением в силу разных обстоятельств. Назначение заземления — устранение опасности поражения людей электрическим током при появлении напряжения частях электрооборудования.
2. Зануление. Занулением называется присоединение к неоднократно заземленному нулевому проводу питающей сети корпусов и других металлических частей электрооборудования, которые нормально не находятся под напряжением. Задача зануления та же, что и защитного заземления: устранение опасности поражения людей током при пробое на корпус. Решается эта задача автоматическим отключением поврежденной установки от сети.
3. Защитное отключение. Защитным отключением называется устройство, быстро (не более 0,2 с) автоматически отключающее участок электрической сети при возникновении в нем опасности поражения человека током.
4. Защитные ограждения. К ограждениям и оболочкам относятся защитные устройства, предназначенные для предотвращения прикосновения и приближения людей к токоведущим частям, находящимся под напряжением. Ограждение токоведущих частей, как правило, предусматривается конструкцией электрооборудования. Электрические машины, аппараты и приборы имеют корпуса, кожухи и оболочки, надёжно защищающие токоведущие части от прямого (случайного) прикосновения.
5. Разделительные трансформаторы. Их используют для изоляция подключаемого оборудования от контура заземления.

Средства индивидуальной защиты.

К дополнительным изолирующим электробезопасным средствам относятся диэлектрические перчатки, боты, резиновые коврики и дорожки, изолирующие подставки на фарфоровых изоляторах и переносные заземления.

В нашем случае производство детали «полумуфта двигателя» осуществляется на металлорежущих станках. А так как каждый металлорежущий станок имеет электропривод, все вышеперечисленные меры защиты от поражения электрическим током должны применяться на каждом рабочем месте.

4.1.2.2 Производственный травматизм, движущиеся машины и механизмы, подвижные элементы производственного оборудования.

Отлет стружки: При сверлении и точении деталей возможна вероятность отлета стружки в сторону рабочего места. В этом случае есть вероятность травмы глаз и открытых частей тела.

Мероприятия по устранению попадания стружки:

Для устранения возможности попадания стружки в глаза на станках, где есть такая возможность, необходимо установить защитные ограждения, а там, где установка невозможна по техническим причинам необходимо выдавать рабочим защитные очки.

Вращающиеся части станков:

При работе на токарных, сверлильных и других станках, используемых в данном технологическом процессе, возможен захват волос или элементов одежды вращающимися частями станков. Следствием этого может быть тяжелая травма, и даже смертельный исход.

Для того чтобы предотвратить захват волос вращающимися частями станков или режущим инструментом необходимо выдавать рабочим специальные береты. Так же нужно ввести регламент по надзору за состоянием спецодежды. Ввести запрет на работу на металлорежущих станках в перчатках или варежках

Слабое и ненадежное крепление инструмента:

Слабое и ненадежное крепление инструмента (фрезы, резца, сверла) на станке может явиться причиной травм рук (ушибов и переломов) станочника. В целях предупреждения травм необходимо проведение периодического инструктажа, направленного на соблюдение техники безопасности на рабочих местах и использование защитных экранов.

4.1.2.3 Пожарная и взрывная безопасность

Пожары на машиностроительных предприятиях представляют большую опасность для работников и могут причинить огромный материальный ущерб. Пожаром называется неконтролируемое горение вне специального очага, представляющий опасность для жизни и здоровья и наносящего материальный ущерб.

Согласно ГОСТ 12. 1.004 - 91 ССБТ понятие пожарная безопасность означает состояние объекта, при котором с установленной вероятностью исключается возможность возникновения и развития пожара и воздействия на людей опасных факторов пожара, а также обеспечивается защита материальных ценностей.

Все эксплуатируемые помещения по степени потенциальной опасности разделяются на пять видов. Они определяются находящимися внутри газами, жидкостями или материалами, а также используемыми технологиями, если речь идет о производственных зданиях.

Ниже приведена таблица (таблица 2) категорий помещений по пожарной безопасности содержит описания и некоторые примеры каждой из них.

Таблица 2. Категории помещений

Категория помещения	Основные характеристики и свойства газов, жидкостей и материалов, используемых или находящихся в рассматриваемом помещении	Пример помещения
Категория «А» - помещения, обладающие повышенной взрывопожароопасностью	Газы, относящиеся к горючим, и ЛВЖ (легковоспламеняющиеся жидкости), которые воспламеняются с температурой вспышки до 28 градусов. При этом получается опасная смесь, взрывающаяся при воспламенении с давлением на выходе более 5 кПа	<ul style="list-style-type: none"> • Склады, на которых хранят ГСМ, бензин и подобные вещества; • Станции, на которых хранят или производят ЛВЖ; • Станции, на которых хранят или производят водород или ацетилен; • Стационарные аккумуляторные установки, использующие щелочь и кислоту
Категория «Б» - помещения, относящиеся к взрывопожароопасным	Горючие волокна или пыли, ЛВЖ, температура вспышки которых более 28 градусов, другие	<ul style="list-style-type: none"> • Цеха по изготовлению угольной пыли, древесной муки и подобных веществ;

	<p>горючие жидкости, которые могут образовать опасную смесь, взрывающуюся при воспламенении с давлением на выходе более 5 кПа</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Помещения, где осуществляется окраска с использованием ЛКМ (лакокрасочных материалов), температура вспышки которых более 28 градусов; • Станции, на которых хранят или производят дизельное топливо; • Мазутные электростанции и котельные
<p>Категории «В1-В4» – Помещения, относящиеся к пожароопасным</p>	<p>Трудногорючие и горючие жидкости и твердые вещества, а также материалы (включая волокна и пыли), обычные вещества и материалы, которые при смешивании в естественных условиях только горят, при условии, что рассматриваемое помещение не относится к описанным выше категориям «А» или «Б»</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Хранилища и склады угля или торфа; • Деревообрабатывающие мастерские, лесопильные и столярные цеха; • Автомастерские, гаражи и станции техобслуживания; • Заводы по производству битума, асфальта и битумосодержащих материалов; • Трансформаторные подстанции; • Склады и хранилища масляных ЛКМ

<p>Категория «Г» - помещения умеренной пожароопасности</p>	<p>Различные вещества, относящиеся к негорючим, а также находящиеся в раскаленном, горячем или расплавленном состоянии, необходимом по условиям применяемых технологических процессов. При этом обработка или производство конечного продукта связано со сжиганием или утилизацией твердых веществ или жидкостей, а также газов, используемых как топливо</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Цеха горячего проката и штамповки различных металлов; • Производства кирпича, цемента и подобных материалов, использующие технологию обжига; • Литейные, сварочные, кузнечные и плавильные промышленные цеха; • Предприятия по ремонту и восстановлению двигателей и подобного оборудования
<p>Категория «Д» - помещения пониженной пожароопасности</p>	<p>Различные вещества и материалы, которые относятся к негорючим, и находятся в процессе переработки или хранения в холодном состоянии</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Цеха холодного проката металла; • Различные станции, использующие насосное оборудование (компрессорные, оросительные, воздуходувные); • Цеха пищевой промышленности, занимающиеся переработкой молока, мяса или рыбы.

В соответствии с категориями помещений по пожарной, взрывной и взрывопожарной опасности производственное помещение, где

производится механообработка можно отнести к категории В4 пожароопасной.

Огнетушители водо-пенные (ОХВП-10) используют для тушения очагов пожара без наличия электроэнергии. Углекислотные (ОУ-2) и порошковые огнетушители предназначены для тушения электроустановок, находящихся под напряжением до 1000 В. Кроме того, порошковые применяют для тушения документов.

Для тушения токоведущих частей и электроустановок применяется переносной порошковый огнетушитель, например, ОП-3.

В производственном помещении где изготавливается деталь "полумуфта двигателя" размещено электрооборудование находящееся под напряжением 380 В, а значит для ликвидации возгорания допускается применение только порошковых (ОП-3) или углекислотных (ОУ-2) огнетушителей или песка.

Возникновение пожара при работе с электронной аппаратурой может быть по причинам как электрического, так и неэлектрического характера. Причины возникновения пожара неэлектрического характера:

- а) халатное неосторожное обращение с огнем (курение, оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня);
- б) самовоспламенение и самовозгорание веществ.

Причины возникновения пожара электрического характера: короткое замыкание, перегрузки по току, искрение и электрические дуги, статическое электричество и т. п.

Для устранения причин возникновения пожаров в помещении цеха должны проводиться следующие мероприятия:

- а) сотрудники предприятия должны пройти противопожарный инструктаж;
- б) сотрудники обязаны знать расположение средств пожаротушения и уметь ими пользоваться;
- в) необходимо обеспечить правильный тепловой и электрический режим работы оборудования;

The diagram shows a room layout with a central green corridor. On the left side of the corridor, there are five numbered objects: 1 (a small rectangle), 2 (a large rectangle), 3 (a large rectangle), 4 (a head-shaped object), and 5 (a large rectangle). On the right side of the corridor, there are three numbered objects: 1 (a small rectangle), 2 (a large rectangle), and 3 (a large rectangle). The corridor is marked with green arrows pointing towards the exits. There are two exits labeled 'ВЫХОД' (Exit) at the top and bottom. The top exit is marked with a green arrow pointing right. The bottom exit is marked with a green arrow pointing left. There are also two exits marked with green arrows pointing right, one on the left side of the corridor and one on the right side. Safety signs are placed throughout the room: a red square sign with a white circle and a red dot (no open flames) is on the left wall; a yellow triangular sign with a black lightning bolt (high voltage) is on the right wall; a red square sign with a white cross (first aid) is on the left wall; a red square sign with a white telephone handset (telephone) is on the right wall; a red square sign with a white hammer and sickle (fire) is on the left wall; a red square sign with a white cross and a telephone handset (first aid and telephone) is on the right wall; a green square sign with a white running figure and a right arrow (exit) is on the left wall; a green square sign with a white running figure and a right arrow (exit) is on the right wall; a green square sign with a white running figure and a right arrow (exit) is on the bottom wall; a green square sign with a white running figure and a right arrow (exit) is on the top wall. The text 'УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ' (Legend) is written vertically on the right side of the diagram. The text 'ЗАПАСНЫЙ ВЫХОД' (Backup Exit) is written vertically on the left side of the diagram.

95

4.3 Экологическая безопасность

4.3.1. Охрана окружающей среды

Охрана окружающей среды - это комплексная проблема и наиболее активная форма её решения - это сокращение вредных выбросов промышленных предприятий через полный переход к безотходным или малоотходным технологиям производства.

Основными производственными отходами на заводе является металлическая стружка, отработанная смазочно-охлаждающая жидкость (СОЖ), абразивная пыль, люминесцентные лампы .

При этом стружка сортируется, прессуется в брикеты и передается на металлургическое предприятие для переплавки. Отходы сдаются на предприятие по утилизации ООО «Втормет» в городе Томске.

Отработанную СОЖ, отфильтровывают, упаковывают в специальную тару и передается на вторичное использование в строительную компанию в качестве инертного наполнителя а масло пополняется концентратом и передается в производственный цикл для использования по назначению.

Утилизацией отходов нефтепродуктов в городе Томск занимается компания ООО «Экология тепла»

Люминесцентные лампы также хранят в специальном помещении и по мере накопления их упаковывают в герметичную тару и передают на утилизацию по договору со специализированной организацией.

Не работающие лампы немедленно после удаления из светильника должны быть упакованы в индивидуальную тару из гофрокартона или картонную коробку. В случае отсутствия индивидуальной упаковки, каждую отработанную лампу необходимо тщательно завернуть в бумагу или тонкий мягкий картон, предохраняющий лампы от взаимного соприкосновения и случайного механического повреждения.

Недопустимо выбрасывать отработанные энергосберегающие лампы вместе с обычным мусором, превращая его в ртутьсодержащие отходы, которые загрязняют ртутными парами подъезды жилых домов. Накапливаясь во дворах и попадая на полигоны ТБО, ртуть из мусора, в результате деятельности микроорганизмов преобразуется в растворимую в воде и намного более токсичную метилртуть, которая заражает окружающую среду.

Утилизацией люминесцентных лам в г. Томск занимается компания РЕТЭКО.

Виды утилизаций отходов СОЖ:

Регенерация - убирают засоряющие компоненты из масла, таким образом продлевая срок его службы, преимущество можно применять многократно. Обезвоживание - масло используют в качестве энергоносителя, сжигаемый материал может служить отопляющим веществом, дающим тепло на предприятии.

Вариант селективной очистки - воздействие на масло пропаном, когда углеводороды поглощаются им, а смолистые вещества, которые содержатся в масле в коллоидном виде, выпадают в осадок.

Виды переработки люминесцентных ламп:

- Амальгамирование. Этот способ основан на преобразовании ртути в полутвердую амальгаму.
- Термический метод. Он способен собирать все пары ртути и затем регенерировать их в сырье, которое на предприятии используется вторично.
- Высокотемпературный обжиг. Основан данный способ на нейтрализации токсичных веществ, с примесью ртути и очистке воздуха.
- Вибро-пневматический способ. Эта технология основана на разделении перерабатываемого материала на его отдельные составляющие.
 - Демеркуризация. Это самый популярный способ, основанный на измельчении всех осколков при высоких температурах, с использованием некоторых химических элементов. осуществляться различными способами: сухим, термическим, гидрометаллургическим, а так же и термовакуумным.

4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – состояние, при котором в результате возникновения источника ЧС на объекте, определенной территории или акватории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и окружающей природной среде. При рассмотрении работы объектов народного хозяйства в условиях чрезвычайной ситуации используют понятие устойчивости. Под устойчивостью работы машиностроительного предприятия понимается его способность в этих условиях производить запланированную продукцию в установленной номенклатуре и объеме.

Сильные морозы

Морозы при сильном ветре, длительное воздействие низких температур вызывают обморожение, и часто сильное. На предприятии это обусловлено возможной поломкой оборудования, выхода из строя технических систем которые обслуживают предприятие и сооружения.

Ущерб от сильных морозов связан с переохлаждением, замораживанием технических объектов, разрушением систем отопления, при возникновении отключения теплоснабжения в цеху предприятия имеется газовые обогреватели с катализатором, которые могут обогреть производственные помещения в сильные морозы. К мерам защиты от ЧС природного характера, например - сильные морозы, относятся наличие на складе предприятия дизельных тепловых пушек прямого нагрева MASTER В 360, суточного запаса воды и наличие дизель электростанций 1Э-8Р.

При поломке городского транспорта в сильные морозы, для своевременной доставки работников предприятия на рабочие места и исключения фактора получения обморожения по пути к рабочему месту, на производстве должен быть предусмотрена возможность организации и предоставления рабочим общественного транспорта.

Несанкционированное проникновение на рабочее место

От несанкционированного проникновения на территорию предприятия, необходимо территорию оборудовать системой видеонаблюдения, замкнутым периметром ограждения, круглосуточной службой охраны, постами охраны с пропускной системой, системой связи. Не допустимо распространение сведений о системе охраны объектов, расположения оборудования, складов, сигнализаций. Должностные лица должны производить инструктаж и мероприятия по отработке действий при экстренных и чрезвычайных ситуациях

4.5 Организационные вопросы безопасности

1. ОСТ 54 30013-83 Электромагнитные излучения СВЧ. Предельно допустимые уровни облучения. Требования безопасности
2. ГОСТ 12.4.154-85 “ССБТ. Устройства экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты”
3. ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны
4. СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 "Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ)".
5. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
6. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.
7. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
8. ГОСТ 12.4.123-83. Средства коллективной защиты от инфракрасных излучений. Общие технические требования
9. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
10. ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.
11. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования.
12. ГОСТ 12.2.037-78. Техника пожарная. Требования безопасности
13. СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к качеству атмосферного воздуха
14. ГОСТ 30775-2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация, идентификация и кодирование отходов.
15. СНиП 21-01-97. Противопожарные нормы.
16. ГОСТ 12.4.154. Система стандартов безопасности труда. Устройства экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты. Общие технические требования, основные параметры и размеры
17. СНиП 23-05-95 "Естественное и искусственное освещение"

Заключение.

Цель данной выпускной квалификационной работы является проектирование технологического процесса изготовления детали «полумуфта двигателя». В предоставленной работе были проделаны следующие виды работ: спроектирован технологический процесс, произведён линейный размерный анализ технологического процесса, рассчитаны режимы резания, определено основное, вспомогательное и штучно-калькуляционное время для всех операций и переходов технологического процесса, спроектирована технологическая оснастка, а также рассчитано технико-экономическое обоснование выбранного технологического процесса.

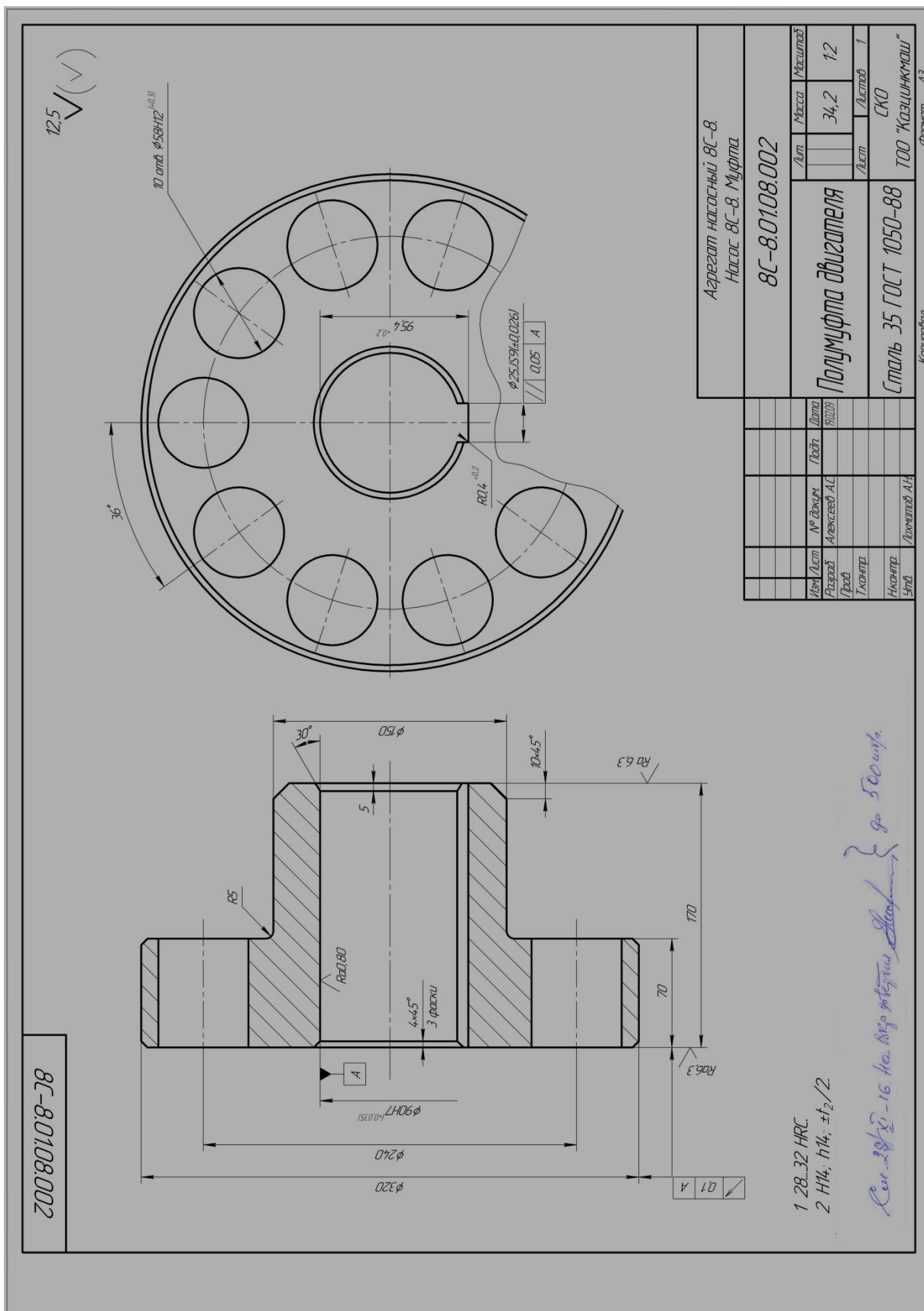
Экономический анализ подтвердил правильность принятых решений.

Выработанные мероприятия по охране труда обеспечивают безопасную работу.

Приложение.

Приложение 1.

[illegible]



Список литературы

1. Горбацевич А. Ф., Шкред В. А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. Учеб. пособие для машиностроительных специальностей вузов.-Минск: Высшая школа, 1983. -256 с.
2. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х томах Под редакцией А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова.4-е издание, переработанное и доп.— М.: машиностроение, 1985, 496 с
3. Обработка металлов резанием. Справочник технолога А.А. Панов, В.В.Аникин, Н.Г. Бойн и др. Под общ. Редакцией А.А.Панова. 2-е издание, перераб. И доп.-М.: Машиностроение, 2004.- 784 с.
4. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей. Учебное пособие.- Томск: изд. ТПУ 2006,100с.
5. Справочник инструментальщика /И.А. Ординарцев, Г.В. Филлипов, А.Н. Шевченко и др., Под общей редакцией И.А. Ординарцева.-Л.: Машиностроение, 1987.-846 с.
6. Технология машиностроения: учебно - методическое пособие/ Е. П. Михеевич; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010.- 100 с.
7. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов/ В.И. Баранчиков. – Москва, М:Машиностроение 1990, 400 с.,
8. Типовые технологические процессы изготовления деталей машин/ А.Г. Ткачев, И.Н. Шубин. Учебное пособие.— Тамбов: – изд. ТГТУ 2007, 48 с.
9. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением.— М.: Машиностроение, 1990. – 465с.

10. Корсаков В.С. Основы проектирования приспособлений в машиностроении. Изд. «Машиностроение», 1971, 288 стр.
11. Основы технологии производства: методические указания и индивидуальные задания для студентов ИнЭО, обучающихся по направлению 221700 «Стандартизация и метрология» / сост. Е.Г. Лещинер; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во ТПУ, 2015. – 35 с.
12. Технологии машиностроения. Выпускная квалификационная работа для бакалавров. / Н.М. Султан-заде, В.В. Клепиков, В.Ф. Солдатов: Форум инфра –м. 2016, 288 с.